Müller

Anat.
304 dd

<36606439670017

<36606439670017

Bayer. Staatsbibliothek

HANDBUCH

der

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

für Vorlesungen.

Von

Dr. Johannes Müller,

Geh. Med. Rath, Professor der Anatomie und Physiologie an der Universität und an der med.-chirurg. Militär-Academie in Berlin, Director des anatom. Museums und anatom. Theaters; Ritter des Ordens pour le mérite und des Rothen Adlerordens 3. Classe; Mitglied der Königl. Academieen der Wissenschaften zu Berlin und zu Stockholm, Correspondent der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Turin, der Akademie der Wissenschaften zu Bologna, Mitglied der Königl. Soc. der Wissenschaften zu Copenhagen, Göttingen, London und Upsala und der Holländ. Soc. der Wissenschaften.

Erster Band.

Vierte verbesserte Auflage.

Mit Königlich Würtembergischen Privilegien.

Coblenz,

Verlag von J. Hölscher.

1844.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Inhalt.

Prolegomena. Seite
I. Von der organischen Materie 1
II. Vom Organismus und vom Leben 17
III. Von dem thierischen Organismus und von dem thierischen Leben 38
IV. Ueber die den unorganischen und organischen Körpern gemeinsamen Wirkungen. Elektricität, Wärme, Licht 62

Der speciellen Physiologie Erstes Buch.
Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefässsystem.

I. Abschnitt. Vom Blut 95
I. Mikroskopisch-mechanische Analyse des Blutes 98
II. Chemische Analyse des Blutes 110
III. Organische Eigenschaften des Blutes 122
II. Abschnitt. Von dem Kreislauf des Blutes und dem Blutgefässsystem 133
I. Von den Formen des Gefässsystems in der Thierwelt . . 133
II. Von den allgemeinen Erscheinungen des Kreislaufs . . . 141
III. Vom Herzen als Ursache des Kreislaufs 154
IV. Von den einzelnen Theilen des Gefässsystems 162
V. Vom Verhalten der Blutgefässe bei der Aufnahme und Ausscheischeidung der Stoffe 190
III. Abschnitt. Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem 202
I. Von der Lymphe 202
II. Von dem Ursprung und Bau der Lymphgefässe 204
III. Von den Actionen der lymphatischen Gefässe 212

Der speciellen Physiologie Zweites Buch.
Von den organisch-chemischen Veränderungen in den Säften und den organisirten Theilen.

I. Abschnitt. Vom Athmen 225
I. Vom Athmen im Allgemeinen 225
II. Organologie der Athemwerkzeuge 229
III. Vom Athmen des Menschen und der Thiere 236
IV. Von den Veränderungen des Blutes durch das Athmen . . 247
V. Von den Athembewegungen und Athemnerven 268
II. Abschnitt. Von der Ernährung, vom Wachsthum und von der Wiedererzeugung 281
I. Von der Ernährung 281
II. Vom Wachsthum 299
III. Von der Wiedererzeugung 317

Seite

III. Abschnitt. Von der Absonderung 338
I. Von den Absonderungen im Allgemeinen 338
II. Von dem innern Bau der absondernden Drüsen . . . 347
III. Ueber den Secretionsprozess 376
IV. Abschnitt. Von der Verdauung, Chylification und Ausscheidnng der zersetzten Stoffe 391
I. Von der Verdauung im Allgemeinen 391
II. Von den Verdauungsorganen 401
III. Von den Bewegungen des Darmkanals 409
IV. Von den Verdauungssäften 420
V. Von den Veränderungen der Speisen im Darmkanal . . . 435
VI. Von der Metamorphose der Nahrungsstoffe im Lymph- und Blutgefässsystem 467
VII. Von der Ausscheidung der zersetzten Stoffe 493

Der speciellen Physiologie Drittes Buch.

Physik der Nerven.

I. Abschnitt. Von den Eigenschaften der Nerven im Allgemeinen 513
I. Vom Bau der Nerven 513
II. Von der Reizbarkeit der Nerven 534
III. Von dem wirksamen Principe der Nerven 553
II. Abschnitt. Von den Empfindungs- und Bewegungsnerven 558
I. Von den sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven 558
II. Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften der Gehirnnerven 562
III. Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften des Ganglien-nerven 573
IV. Vom grauen Fasersystem 577
V. Vom Nervensystem der Wirbellosen 579
III. Abschnitt. Von der Mechanik des Nervenprincips . . . 580
I. Mechanik der motorischen Nerven 583
II. Mechanik der Empfindungsnerven 590
III. Von der Reflexion in den Bewegungen nach Empfindungen . 608
IV. Von der verschiedenen Action der sensibeln und motorischen Nerven 623
V. Von den Gesetzen der Wirkung und Leitung in dem Nervus sympathicus 629
VI. Von den Sympathien 650
IV. Abschnitt. Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven 667
I. Von den Sinnesnerven 667
II. Von den Eigenthümlichkeiten anderer Nerven 672
V. Abschnitt. Von den Centraltheilen des Nervensystems . 682
I. Von den Centraltheilen des Nervensystems im Allgemeinen . 682
II. Vom Rückenmark 688
III. Vom Gehirn 702
Nachträge 741

Prolegomena

über die allgemeine Physiologie.

Die Physiologie ist die Wissenschaft von den Eigenschaften und Erscheinungen der organischen Körper, der Thiere und Pflanzen, und von den Gesetzen, nach welchen ihre Wirkungen erfolgen. Die erste Frage, welche man sich beim Eintritt in diese Wissenschaft zu beantworten hat, ist die nach dem Unterschied der organischen und unorganischen Körper. Sind die Körper, welche die Erscheinungen des Lebens darbieten, in ihrer materiellen Zusammensetzung von den unorganischen Körpern verschieden, deren Eigenschaften die Physik und Chemie untersuchen? und da die Erscheinungen in beiden Reichen so verschieden sind, sind auch die Grundkräfte, welche sie bewirken, verschieden, oder sind die Grundkräfte des organischen Lebens nur Modificationen der physischen und chemischen Kräfte?

I. Von der organischen Materie.

a. Chemische Zusammensetzung der organischen Materie.

Empfindung, Ernährung, Zeugung haben kein Analogon in den übrigen physischen Erscheinungen, und dennoch sind die Elemente der organischen Körper solche, welche in die Zusammensetzung der unorganischen Körper eingehen. Die organischen Körper enthalten zwar als nächste Bestandtheile Materien, welche nur ihnen eigenthümlich sind, und welche durch keinen chemischen Process künstlich erzeugt werden können, wie Eiweiss, Faserstoff etc. Allein bei der chemischen Analyse zerfallen alle diese Körper in Elemente der unorganischen Körper.

Die wesentlichsten Bestandtheile der Pflanzen sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, seltener Stickstoff; ausserdem finden sich bald seltener, bald häufiger Phosphor und Schwefel (beide vorzüglich im Pflanzeneiweiss und Kleber, dann besonders in den Tetradynamisten mit Stickstoff), Kalium (fast allgemein), Natrium (vorzüglich in den Pflanzen des Meeres), Calcium (fast allgemein), Alumium (selten), Silicium, Magnium (sparsam), Eisen und Manganium häufig, Chlor, Jod und Brom (beide in Seepflanzen).

In der Thierwelt finden sich diese Stoffe ausser Alumium wieder; Natrium ist häufiger, Kalium seltener als in Pflanzen, Jod und Brom in einigen Seethieren. Die Bestandtheile des

menschlichen Körpers und der höheren Thiere sind: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel (vorzüglich in den Haaren, im Eiweiss und Gehirn), Phosphor (vorzüglich in den Knochen, Zähnen und im Gehirn), Chlor, Fluor (vorzüglich in den Zähnen und Knochen), Kalium, Natrium, Calcium (vorzüglich in den Knochen und Zähnen), Magnium (vorzüglich in den Knochen und Zähnen), Manganium (in den Haaren), Silicium (in den Haaren), Eisen (vorzüglich im Blute, im schwarzen Pigmente, in der Krystalllinse). Der erste Unterschied der organischen und unorganischen Körper betrifft also die Zahl der in sie eingehenden Elemente. Nicht alle Elemente gehen in die Zusammensetzung der organischen Körper ein, mehrere sind für das Leben derselben schädlich. Der zweite Unterschied ist bisher nach dem Vorgange von Fourcroy und Berzelius in der Art der Combination gesucht worden.

In der unorganischen Natur giebt es nur *binäre* Verbindungen, indem zwei einfache Stoffe sich unter sich verbinden, oder diese binäre Verbindung wieder mit einem andern Stoffe oder einer andern binären Verbindung sich vereinigt. Die Kohlensäure ist eine binäre Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, das Ammonium eine binäre Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff; Kohlensäure und Ammonium verbinden sich zu kohlensaurem Ammonium.

Sauerstoff Kohlenstoff }	Kohlensäure }	kohlensaures Ammonium.
Wasserstoff Stickstoff }	Ammonium }	

Eine unmittelbare Verbindung von 3, 4, oder mehreren Stoffen unter einander, wo alle Bestandtheile gleich mit einander verbunden sind, scheint nur unter dem Einflusse des thierischen oder pflanzlichen Lebens oder der organischen Kräfte möglich. So entsteht aus denselben Elementen Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, welche durch binäre Verbindung kohlensaures Ammonium bilden, unter dem Einflusse des organischen Lebens organische Materie. Diese Verbindungen nennt man nach der Zahl der zugleich gebundenen Elemente *ternäre* und *quaternäre*. So sind Pflanzenschleim, Zucker, Stärkmehl, Fett als ternäre Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff angesehen worden, als quaternäre Verbindungen der Kleber, der Eiweissstoff, der Faserstoff, der thierische Schleim, der Käsestoff, sie enthalten als vierten Bestandtheil noch Stickstoff. Alle chemischen Verbindungen der unbelebten Natur sind binäre, in erster 2. 3. 4. Ordnung, nämlich entweder einfach binäre Verbindungen aus zwei Elementen, oder Verbindungen eines Elementes mit einer binären Verbindung, oder binäre Verbindungen von binären Verbindungen der Elemente. Diese Theorie der Zusammensetzung der organischen Körper aus ternären und quaternären Zusammensetzungen ist zwar von Einigen in Zweifel gezogen, es lässt sich aber bis jetzt von keiner der Substanzen, woraus die Gewebe der Pflanzen und Thiere bestehen, beweisen, dass sie bloss binär zusammengesetzt sei. Berzelius betrachtet gegenwärtig die orga-

nischen Stoffe als Oxyde von zusammengesetzten Radicalen, die theils aus 2 Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff, oder Kohlenstoff und Stickstoff, theils aus 3, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt sind. *Thierchemie* 3. *Aufl. p.* 5.

Die Art der Verbindung der Elemente ist jedenfalls in den organischen Körpern so eigenthümlich und durch so eigenthümliche Kräfte bewirkt, dass die Chemie zwar organische Verbindungen aufzulösen, aber keine zu bilden vermag. Berard, Proust, Doebereiner, Hatchett glauben zwar organische Verbindungen künstlich erzeugt zu haben; allein diese haben sich nicht hinlänglich bestätigt, und es können nur Woehler's Entdeckungen hierher gerechnet werden. Diesen zufolge erhält man Harnstoff statt cyanichtsauren Ammoniaks, wenn man frisch gefälltes cyanichtsaures Silberoxyd mit einer Auflösung von Chlorammonium übergiesst, wobei sich das Silbersalz in Chlorsilber verwandelt. Harnstoff bildet sich auch bei der Zersetzung des cyanichtsauren Bleioxyds durch wässeriges Ammoniak. Die Auflösung enthält anfangs cyanichtsaures Ammoniak, aber nach dem Verdunsten der Auflösung verwandelt sich das Salz in Harnstoff. So fand auch Woehler, dass sich Ammoniakgas und cyanichtsaurer Dampf zu cyanichtsaurem Ammoniak condensiren, das sich aber beim Schmelzen, Kochen oder freiwilligen Verdunsten seiner Auflösung in Harnstoff verwandelt. So bildet sich auch zuerst cyanichtsaures Ammoniak und daraus Harnstoff, wenn man cyanichte Säure mit Wasser, oder mit flüssigem Ammoniak zusammenbringt. Der Harnstoff steht indess an der äussersten Grenze der organischen Stoffe, und ist mehr Excretum, als Bestandtheil des thierischen Körpers.

Berzelius führt auch einen andern wesentlichen Unterschied an. In den organischen Verbindungen zeigen die Mischungsgewichte kein so einfaches Zahlenverhältniss, als in den unorganischen. So giebt es z. B. eine grosse Menge von Fettarten, die Chevreul untersucht hat, und die nach ihm zum Theil nur durch Bruchtheile in dem Zahlenverhältnisse der Molecule von einander unterschieden sind.

Die organischen Körper bestehen ferner grösstentheils aus verbrennlicher Substanz, und zwar enthalten die verbrennlichen Theile der Thiere und Pflanzen (mit Ausnahme der Säuren) den Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einem solchen Verhältnisse, dass der Sauerstoff nicht hinreichen würde, den sämmtlichen Wasserstoff in Wasser und den Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln.

Eine ausführliche Entwickelung dieser Unterschiede findet man in den classischen Lehrbüchern über Chemie von Berzelius und von Gmelin, und über Anatomie von E. H. Weber. Hildebrandt's *Handbuch d. Anat. d. Menschen.* 4. *Ausgabe* von E. H. Weber. *I. Band.*

Die in den organischen Körpern vorhandene organische Materie erhält sich nur während des Lebens der organischen Körper vollständig. Schon während des Lebens können Elemente oder binär verbundene Stoffe, von aussen auf die organischen Körper

wirkend, das Gleichgewicht der Stoffe in den organischen Verbindungen stören, und die organische Combination zersetzen, wie z. B. in der Verbrennung einzelner Theile des lebenden Körpers. Zuletzt tritt diese Störung des Gleichgewichtes in jedem lebenden Körper von selbst ein, der Zustand, oder die Kraft, welche die organischen Combinationen erhielten und umwandelten, werden immer schwächer, bis sie nicht mehr im Stande sind, dem Streben der in der organischen Materie befindlichen Elemente zu binären Verbindungen unter sich und mit anderen Elementen das Gleichgewicht zu halten, und der organische Körper mit der organischen Materie zerfällt. Dann ist die organische Combination nicht allein ohne die organischen Erscheinungen, die sie vorhin zeigte, sondern auch mehrentheils nicht fähig, sich zu erhalten, sondern den chemischen Gesetzen der binären Combination unterworfen, und zerfällt in binäre Verbindungen mit den Erscheinungen der Gährung und Fäulniss, stinkender Fäulniss besonders dann, wenn die organischen Materien viel Stickstoff enthalten. Die Erfahrung zeigt also, dass bei den unorganischen Körpern die Verbindung von der Wahlverwandtschaft und den Kräften der verbundenen Stoffe abhängt, dass in den organischen Körpern dagegen die bindende und erhaltende Gewalt nicht bloss die Eigenschaften der Stoffe selbst sind, sondern noch etwas Anderes, welches der chemischen Wahlverwandtschaft nicht allein das Gleichgewicht hält, sondern auch nach den Gesetzen eigener Wirksamkeit organische Combinationen verursacht. Von den imponderabeln Materien haben Licht, Wärme, Electricität, auf die Verbindungen und Trennungen der Stoffe in den organischen Körpern eben so Einfluss, wie auf die Verbindungen und Trennungen in den unorganischen Körpern; aber nichts berechtigt uns, eines dieser Agentien ohne Weiteres als letzte Ursache der Wirksamkeit in der belebten organischen Materie anzusehen.

Die organischen Substanzen zerfallen nach dem Aufhören des Lebens immer, wenn die Bedingungen zur Aeusserung der chemischen Wahlverwandtschaft vorhanden sind. Die hierbei statt findenden Zersetzungen sind nach Gmelin folgende: Es werden theils Bestandtheile der organischen Verbindungen abgeschieden, als Stickgas, Wasserstoffgas; theils vereinigen sie sich untereinander zu unorganischen Verbindungen, wie Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffgas, ölerzeugendes Gas, Ammoniak. Cyan, Blausäure, Phosphorwasserstoffgas, Hydrothionsäure, theils vereinigen sie sich nach anderen Verhältnissen zu einer neuen organischen Verbindung oder zu mehreren, Zucker aus Stärkemehl. Bisweilen zerfällt aber eine organische Verbindung einerseits in unorganische Verbindungen, anderseits in organische. Im vollkommen trockenen Zustande zersetzen sich die organischen Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur nicht; zu dieser freiwilligen Zersetzung ist wenigstens Wasser, oft auch die Luft nöthig. Gmelin erklärt den Umstand, dass die Zersetzung bei manchen organischen Substanzen nicht immer sogleich nach dem Tode des Thieres oder der Pflanze beginnt, aus dem Mangel der nöthigen Bedingungen für das Eintreten der Wahlverwandtschaft.

Diess hat denselben Grund, warum z. B. gewisse unorganische Verbindungen erst bei einer bestimmten Temperatur sich zersetzen. GMELIN's *Chem.* 3. 9. Nasse thierische Theile zerfallen von selbst, auch ohne atmosphärische Luft, unter Quecksilber, wiewohl die atmosphärische Luft die Fäulniss am meisten, selbst mehr als reines Sauerstoffgas, befördert, so wie anderseits ein gewisser Grad von Wärme nöthig ist. Die Producte der Fäulniss thierischer und besonders menschlicher Substanzen sind kohlensaures Gas, zuweilen auch Stickgas, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas und Ammoniak. Auch bildet sich Essigsäure und zuweilen Salpetersäure, und es bleiben ausser dem langsamer sich zersetzenden Moder zuletzt die fixen Bestandtheile, Erden, Oxyde, Salze, und bilden mit dem Moder Humus. Siehe WEBER 4. *Ausg.* von HILDEBRANDT's *Anatomie. I. p.* 70. Im Wasser und in manchen Gräbern, selbst ohne Zutritt des Wassers, erleiden thierische und menschliche Leichen eine Umwandlung vieler Theile in eine fettige Substanz, *Adipocire, Fettwachs.* GAYLUSSAC und CHEVREUL halten diess für das schon im frischen Zustande in den organischen Theilen enthaltene Fett, was übrig bleibt, wenn die übrigen Substanzen zerstört werden. Denn nach diesen beiden Chemikern soll die Menge des in frischen Thiertheilen chemisch darstellbaren Fettes nicht geringer seyn, als sich durch Fäulniss derselben Theile in Wasser ergiebt. BERZELIUS dagegen glaubt, dass eine wirkliche Umwandlung von Faserstoff, Eiweiss und Farbstoff des Blutes in Fettwachs stattfinde. S. WEBER a. a. O.

Die Hauptverschiedenheiten in der Zusammensetzung der organischen Materie scheinen von dem Verhältnisse der Mischungsgewichte der Elemente Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff abzuhängen. Von diesen galt hauptsächlich die Voraussetzung, dass die organischen Verbindungen ternäre und quaternäre, aber keine binären Verbindungen sind. In welchem Zustande aber die sparsam vorkommenden mineralischen Elemente in den organischen Verbindungen sind, ob ebenfalls zu quaternären und mehrfachen Verbindungen verwandt, ob im reinen Zustande oder oxydirt, oder als Salz mit Thierstoffen verbunden, oder als beigemengte binäre Verbindungen, ist eine andere sehr wichtige Frage. Die Verbindung mit thierischen Stoffen ist in mehreren Fällen offenbar, theils als Verbindung von reinem Schwefel und reinem Phosphor, theils als Verbindung von Oxyden und Salzen mit Thierstoffen. Ein Beispiel liefert das Eiweiss, Albumin, in welchem nach MULDER ein thierischer von ihm entdeckter Stoff Protein mit Schwefel, Phosphor im unoxydirten Zustande und zugleich mit phosphorsaurer Kalkerde verbunden sind. Im Hirnfett ist ferner Phosphor unoxydirt enthalten. Ein Beispiel einer chemischen Verbindung eines Salzes mit einer thierischen Substanz liefern die Knochen. Denn es ist, wie E. H. WEBER zeigt, gewiss, dass der phosphorsaure Kalk nicht als Phosphor, Sauerstoff und Calcium in den Knochen enthalten ist, sondern dass der phosphorsaure Kalk als binäre Verbindung wieder mit dem Knorpel der Knochen verbunden ist. Diess beweist die Färberröthe, Rubia tinctorum, die eine grosse Verwandtschaft zum phosphor-

sauren Kalk, aber nicht zur Kalkerde oder zum Calcium hat, und die von den Knochen eines lebenden Thieres, das man mit Färberröthe füttert, aus dem Blute bei der Ernährung angezogen wird. Anderseits zersetzen mehrere Säuren die in den Knochen enthaltenen Kalksalze und ziehen sie aus, ohne die Form des Knorpels zu verwandeln und ihn zu zersetzen. Weber l. c. p. 318. 340.

Es giebt aber auch mineralische Bestandtheile in Form von Oxyden und Salzen in den thierischen Säften, welche zwar zu ihrer Constitution gehören, aber nur darin aufgelöst sind, wie z. B. das Chlornatrium im Blute. Dahin gehört die Erscheinung mikroskopischer kleiner Salzkrystalle in bloss ausgetrockneten thierischen Säften. So lösen sich fremdartige Salze in den Säften der Pflanzen und Thiere auf und die Thiere scheiden sie grossentheils als solche wieder durch den Harn ab.

Sieht man auf die Reste der thierischen Theile, und sieht man ab von dem, was in einzelnen Fällen Educt oder Product der chemischen Analyse seyn kann, so kann man mit E. H. Weber zwei Reihen binärer Verbindungen im thierischen und besonders im menschlichen Körper annehmen, nämlich:

1) binär zusammengesetzte Materien aus mineralischen Bestandtheilen, wie phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, kohlensaures Natron, kohlensaurer Kalk, salzsaures Kali, salzsaures Natron, Fluorcalcium, Kieselerde, Manganoxyd, Eisenoxyd, Natron;

2) binär zusammengesetzte Materien aus zum Theil organischen, zum Theil unorganischen Bestandtheilen. Hierher wäre das Eiweiss im Blute zu rechnen, wo es eine Verbindung mit Natron bilden soll, Albuminat von Natron. Auch die milchsauren Salze, milchsaures Kali, Natron wären hierher zu rechnen.

b. Formen der organischen Materie.

Wir gehen nun zur Betrachtung der einfachsten Formen über, in welchen die organische Materie erscheint. Sie sind folgende:

Die organische Materie ist in vielen Säften in einem vollkommen aufgelösten Zustande; sie zeigt bei mikroskopischen Untersuchungen keine sichtbaren Molecule. So enthält das Blutwasser Thierstoff im aufgelösten Zustande, der sich erst durch die Wirkung der galvanischen Säule, oder durch Erhitzung und andere chemische Einflüsse zu Kügelchen bildet. In demselben Zustande befindet sich ein Theil der thierischen Materie in der Lymphe der Lymphgefässe.

Häufig erscheint der organische Stoff zu rundlichen mikroskopischen Moleculen gebildet. Sie sind als feine noch structurlose Niederschläge aus den Auflösungen organischer Stoffe zu betrachten und entstehen während der Lebensvorgänge, gleichen übrigens sehr den feinen Niederschlägen in Kügelchen, wie man sie aus Auflösungen organischer Stoffe durch Reagentien künstlich erzeugt. Dahin gehören die Kügelchen, welche zum Theil den Inhalt der Zellen bei Pflanzen und Thieren bilden, die Pigment-

kügelchen der Pigmentzellen u. dergl. Solche kleinste structurlose Theilchen zeigen das auch im todten Zustande der organischen Körper wahrnehmbare von R. Brown entdeckte Phänomen der Molecularbewegung, wenn sie in einer Flüssigkeit suspendirt sind, ein mittelst des Mikroskops wahrnehmbares, ziemlich rasches, gleichmässiges, unaufhörliches Hin- und Herfahren innerhalb beschränkter Grenzen. Diese Erscheinung ist der organischen Materie im kleinsten festen Zustande nicht allein eigen, sie kommt ebenso an gehörig fein pulverisirten mineralischen Theilchen, die in einer Flüssigkeit schweben, vor. Ihre Ursachen sind noch unbekannt.

Im Zustande der einfachsten und ursprünglich bei Pflanzen und Thieren überall vorkommenden Structur bildet die organische Materie eine *Zelle* (Schwann), die gewöhnlich mit einem Kern, Nucleus, in ihrem Innern versehen ist. Die Zellenmembran zeigt keine weitere Structur, ist einfach und man kann daran keine Zusammensetzung aus feineren Theilchen unterscheiden. Der Nucleus dagegen ist fein granulirt und oft zeichnet sich in demselben ein etwas grösseres Körnchen, das Kernkörperchen aus. Die Zellen sind auch bei den Thieren nach Schwann's Entdeckungen die Elemente aller zusammengesetzten Structuren, aus ihnen entstehen die Gewebe, und zwar entweder durch Verlängerung der Zellen in Fäden, oder durch Vereinigung mehrerer Zellen in secundäre Zellen. Aggregation von Kügelchen ist dagegen niemals die Ursache von sich bildenden Fasern und anderen Geweben. Schon die Entdeckung von Ehrenberg, dass Monaden von $\frac{1}{2000}$ Linie noch zusammengesetzte Organe haben, macht diese Theorie der Aggregation aus Kügelchen, die selbst grösser seyn sollen als $\frac{1}{2000}$ Linie, im höchsten Grade unwahrscheinlich. Die Structuren sind theils in Flüssigkeiten schwebend und frei von einander, wie die den Zellen analog gebildeten Blutkörperchen und Dotterkörperchen, theils zu zusammenhängenden festen Theilen verbunden, wie in den Geweben.

Die lebenden festen Theile befinden sich in einem, nur den organischen Wesen eigenen Zustande der Aufweichung. Das Wasser theilt ihnen die Eigenschaft der Ausdehnbarkeit, Biegsamkeit mit, ohne dass man sie nass nennen kann und ohne dass sie andere durch Mittheilung dieses Wassers benetzen können. Diess Wasser beträgt nach Berzelius bis $\frac{4}{5}$ ihres Gewichtes. Es scheint ihnen, wie Berzelius bemerkt, nicht durch chemische Verwandtschaft anzugehören, da es allmälig wegtrocknet und man es in einer starken Presse zwischen Fliesspapier augenblicklich aus ihnen herausdrücken kann. Durch den Verlust des Wassers wird in der thierischen Materie mit Ausnahme einiger der niedersten Thiere und Pflanzen, die beim Erweichen wieder aufleben, die Lebensfähigkeit ganz zerstört. Berzelius *Thierchemie.* 3. *Aufl.* *p.* 15. Nach Chevreul kann nur reines Wasser das Phänomen der vollen Aufweichung hervorbringen, obgleich gesalzenes Wasser auch von trockenen thierischen Theilen, so wie Alcohol, Aether, Oel eingesogen werden.

Nasse thierische Theile lassen aber durch ihre unsichtbaren

Poren, welche von dem Wasser erfüllt werden, zu, dass Stoffe, die mit ihnen in Berührung kommen, wofern sie im Wasser auflöslich sind, sich in dem Wasser, was die thierischen Theile nass macht, auflösen, oder wofern sie schon aufgelöst waren, weiter vertheilen. Eben so leicht giebt das Wasser der nassen thierischen Theile Aufgelöstes an andere Theile ab, welche davon auflösen können. Die Gesetze der Anziehung der Stoffe bei der Auflösung und Mischung, die Gesetze des Gleichgewichtes der Vertheilung mischbarer Flüssigkeiten finden daher auch in den nassen thierischen Theilen ihre Anwendung. Da eine poröse organische Membran, wenn sie auf beiden Seiten mit Wasser in Berührung steht, durch ihre Poren ein Continuum von Wasser von dem einen zu dem andern Wasser bildet, so können Stoffe, in dem beiderseitigen Wasser aufgelöst, jene Membran bis zum Gleichgewichte der Mischung und Vertheilung allmälig durchdringen. Diess gilt auch für Gase, die mit nassen thierischen Theilen in Berührung stehen. Wir werden in der Folge sehen, dass hierbei, gleichwie bei porösen unorganischen Körpern, ein merkwürdiges Gesetz obwaltet, dass nämlich die dichtere Lösung durch die porösen Körper hindurch mehr von der dünnern Lösung, als diese von jener aufnimmt. Die Permeabilität für Flüssiges wird nicht bloss an den zusammengesetzten Structuren wahrgenommen, sie ist auch den einfachsten Structuren, der Membran der elementaren Zellen der Pflanzen und Thiere eigen. Flüssiges dringt durch die Wände der Zellen in das Innere der Zellen ein und umgekehrt. Ja selbst jedes einzelne in Flüssigkeit schwebende Kügelchen muss man sich von Wasser aufgeweicht und durchdrungen vorstellen. Die Gruppirung der gleichartigen chemischen Atome muss in diesem Fall so seyn, dass Zwischenräume bleiben, welche die Aufnahme des Wassers zulassen.

c. Erzeugung und Lebensfähigkeit der organischen Materie.

Wir kennen die Kraft, welche die organischen Körper beseelt, nur an den organischen Körpern. Sie äussert sich nur an den organischen Verbindungen, welche diese erzeugen, und nie entsteht aus freien Stücken aus den Grundelementen, wo sie zufällig zusammenkommen, organische Materie. Fray behauptet zwar, beobachtet zu haben, dass sich mikroskopische oder Infusionsthiere aus reinem Wasser gebildet hätten, und Gruithuisen will in Aufgüssen von Granit, Kreide und Marmor eine gallertartige Haut entstehen gesehen haben, worin sich später Infusorien bildeten. Auch auffallend ist, was Retzius (Froriep's *Notizen* 5. *v.* 56.) beobachtete, dass nämlich in einer Auflösung von salzsaurem Baryt in destillirtem Wasser, die ein halbes Jahr in einer mit einem gläsernen Stöpsel verschlossenen Flasche gestanden hatte, eine eigene Art Conferven sich bildete. Allein es ist bei jenen merkwürdigen Erfahrungen wohl gewiss, dass jene Substanzen oder die Gefässe, oder das Wasser eine auch noch so geringe Menge organischer Materie enthielten, wie denn nach den Beobachtungen von Schultze Staubmolecule von organischen

Substanzen hinreichen, um unter günstigen Umständen die Phänomene zu erzeugen, welche man zur Generatio aequivoca der Infusorien rechnet. Selbst die Thiere sind nicht einmal im Stande aus blossen Elementen oder aus blossen binären Verbindungen organische Materien zusammenzusetzen. Die Thiere wachsen durch Aufnahme von schon vorher gebildeten organischen Materien von anderen Thieren oder von Pflanzen; sie können nur die Zusammensetzung der organischen Materie erhalten und umändern; die Pflanzen können dagegen nicht allein organische Materie von Thieren und Pflanzen umwandeln, sondern auch zugleich aus Elementen und binären Verbindungen der Elemente, wie Kohlensäure und Wasser erzeugen, obgleich sie ohne alle organische Materie des Bodens nicht gedeihen. Die Erzeugung der organischen Materien aus binären Verbindungen in den Pflanzen ist deswegen anzunehmen nöthig, weil ohne diese neue Bildung das Nutriment auf der Erde immer abnehmen würde, da unaufhörlich Pflanzen und Thierkörper durch Verbrennen, Faulen etc. in binäre Verbindungen zersetzt werden.

Die einmal von Pflanzen gebildete oder in Pflanzen und Thieren enthaltene und umgewandelte organische Materie ist wieder lebensfähig, wenn sie von einem lebenden Körper angeeignet und der organischen Kraft desselben unterworfen wird. Auf diese Art kommt alle organische Substanz, welche auf der Erde verbreitet ist, nur von lebenden organischen Körpern; der Tod oder das Erlöschen der Kraft, welche organische Verbindungen erzeugt und erhält, trifft das Einzelwesen, während die organische Materie, so lange sie nicht in binäre Verbindungen zerfallen ist, Lebensfähigkeit behält.

Die Lebensfähigkeit der organischen Materie besteht darin, dass sie wieder einen lebenden organischen Körper ernähren kann. Gewöhnlich entstehen organische Körper gewisser Art nur cyklisch von organischen Körpern derselben Art, d. h. durch Eier oder Knospen. Es fragt sich aber, ob die organische Materie bei der Zersetzung eines organischen Körpers nicht auch Organismen anderer Art unter gewissen Einflüssen erzeugt, ob sie nicht allein lebensfähig ist, sondern in modificirter Art fortlebt, ob sie unter gewissen Bedingungen, nämlich unter Einwirkung von atmosphärischer Luft, Wasser, Licht in kleine mikroskopische thierische Wesen, lebende Infusorien zerfällt, oder unter anderen Bedingungen, in niedersten Pflanzen, Schimmel, wieder auflebt. In einem ausgedehnteren Sinne hatten schon die Alten, namentlich Aristoteles die Generatio aequivoca, die freiwillige Erzeugung der Thiere angenommen. Es war nämlich eine alte Tradition, dass aus der Fäulniss niederer Thiere, Insecten, Würmer erzeugt werden sollten. Diese Meinung hatte sich in dem naturwissenschaftlichen und medicinischen Aberglauben bis ins 17. Jahrhundert erhalten. Da schrieb Redi seine *Experimenta circa generationem insectorum* und bewies, dass alle Beispiele, welche die Alten von Generatio aequivoca aufgeführt hatten, falsch seyen, dass alle diese Würmer, Insecten aus Eiern entstehen, die vorher von Thieren an die Orte gelegt worden. Diese Beweise waren über-

zeugend, und kein unterrichteter Naturforscher glaubte fortan mehr an die Fabel von der Erzeugung durch Fäulniss, so dass der Satz: *omne vivum ex ovo* unangetastet blieb. Später aber trat NEEDHAM auf und zeigte, dass zwar durch Fäulniss keine Insekten, aber doch kleine mikroskopische, bisher ungekannte Thierchen, Infusorien, entstehen. Uebergiesst man thierische oder pflanzliche Substanzen mit Wasser und setzt sie der atmosphärischen Luft und dem Lichte aus, so zeigen sich bei gewöhnlicher Temperatur der mildern Jahreszeit nach einigen Tagen, während sich die organische Materie allmählig zum Theil zersetzt, zum Theil umwandelt, zum Theil in Kügelchen, zum Theil ganz auflöst, entweder Schimmel oder jene mikroskopischen Thierchen, bei welchen EHRENBERG jetzt die glänzende Entdeckung gemacht hat, dass sie eine viel zusammengesetztere Organisation haben, als Jemand vorher geahnet hatte.

Die ersten Beobachtungen über die Entstehung der Infusorien sind von NEEDHAM (*nouv. observ. microscop.*) mitgetheilt, später haben WRISBERG, O. FR. MUELLER, INGENHOUSS, G. R. TREVIRANUS, GRUITHUISEN, SCHULTZE um die Kenntniss dieses Gegenstandes sich Verdienste erworben. Nach WRISBERG's (*observ. de animalc. infus.*) Beobachtungen erzeugen sich ohne den Einfluss der Luft aus infundirten organischen Substanzen keine Infusorien, wie z. B. wenn die Infusion mit Olivenöl bedeckt wurde. Dagegen sind alle dem Wasser beigemischten vegetabilischen oder animalischen Substanzen zur Erzeugung der Infusorien geeignet, wenn sie nur keine saure oder scharfe Eigenschaft haben und nichts enthalten, was die Fäulniss hindert. Die Entwickelung der Infusorien erfolgt, nachdem die organische Materie einen gewissen Grad von Zersetzung unter Entwickelung von Luftblasen erlitten hat. Gleichzeitig mit dieser Entwickelung und später zeigt die Infusion eine grosse Menge mikroskopischer Molecule, die bald zerstreut liegen, bald eine Art von Membran an der Oberfläche der Infusion bilden und aus der Zertheilung der organischen Materie entstehen. Die *Generatio aequivoca* der Infusionsthiere wurde von mehreren Naturforschern, besonders aber von SPALLANZANI (*physical. und mathem. Abhandl.*) angegriffen, welcher die Entstehung der Infusionsthiere als eine durch Wärme, Wasser, atmosphärische Luft und Licht bedingte Entwickelung von zufällig beigemischten Eiern jener Thierchen erklärt. Indessen lehren SPALLANZANI's eigene Versuche, dass gekochte organische Substanzen eben so tauglich als ungekochte zur Erzeugung der Infusorien sind, so wie denn auch distillirtes Wasser gleich dienlich zur Infusion ist. Aber SPALLANZANI's Versuche beweisen, dass die atmosphärische Luft zur Entwickelung der Infusorien nöthig ist, und dass sich in hermetisch verschlossenen, mit Infusionen gefüllten Flaschen, die eine Stunde lang in einem Gefässe mit Wasser der Siedhitze ausgesetzt worden, keine Infusorien zur Zeit der späteren Untersuchung der Flaschen gebildet hatten. SPALLANZANI fand auch die Structur der Infusionsthiere verschieden nach der Verschiedenheit der Infusion. Versuche mit Samen von Wassermelonen, Kürbissen, Hanf und Hirse zeigten, dass die Zahl der Infusorien grösser

ist von dem wachsenden Keime, als von dem erst keimenden Samen und mit dem Verderben des Samens abnimmt. Wurde die Stärke des Mehls (amylum) von dem Kleber (gluten) abgesondert und die Substanzen, besonders infundirt, so erschienen in der Infusion von Stärke weniger oder gar keine Thiere, dagegen in der andern Infusion ein Heer von belebten Wesen. Dagegen zeigten sich in Infusionen von Gerste, türkischem Weizen, Bohnen, Wolfsbohnen, Reis und Leinsamen gar keine Thierchen. Da indess die Gattungen und Arten der Infusorien eben so bestimmt sind, wie in den höheren Thierklassen, und Spallanzani die Unterschiede der Form seiner Infusorien nicht bestimmt hat, da wir ferner die Entwickelungsstufen einer und derselben Species von Infusorien noch nicht kennen, so verlieren Spallanzani's Versuche viel von ihrem Gewichte, wenn er in Infusionen von Kürbissamen, Chamillensamen, Sauerampfersamen, Korn, Spelz ganz verschiedene Thierchen entdeckt haben will. Treviranus hat durch seine zahlreichen, mit mehr Critik angestellten Beobachtungen der Hypothese von der *Generatio aequivoca* ein viel grösseres Gewicht gegeben. Seine Gründe stützen sich auf folgende Umstände:

1) Verschiedene organische Substanzen mit einerlei Wasser infundirt, erzeugen verschiedene Infusionsthiere, wie z. B. Kressensamen und Roggensamen.

2) Der Einfluss des Lichts hat auf die Beschaffenheit der Generatio aequivoca den grössten Einfluss. So erzeugt sich die nach Priestley genannte grüne Materie, welche sich durch ihre Eigenschaft, Sauerstoffgass auszuhauchen, auszeichnet, nur unter dem Einflusse des Lichtes, wenn Wasser, besonders Brunnenwasser, offen oder in verschlossenen, aber durchsichtigen Gefässen der Sonne ausgesetzt wird, und zwar als eine aus runden oder elliptischen Körnchen bestehende grünliche Kruste, worin man anfänglich feine Bewegungen einzelner Molecule, und später sich unregelmässig bewegende durchsichtige Fäden entdeckt. Diese Veränderungen hat Ingenhouss (*Vermischte Schriften phys. medic. Inhalts*) am längsten beobachtet. Nach R. Wagner besteht die Priestleysche grüne Materie aus abgestorbenen Leibern grüner Thierchen, *Euglena viridis* und anderer Infusorien. Dann wären jene beweglichen Fäden wohl eigene von der übrigen grünen Materie verschiedene Wesen, und Ingenhouss hätte unrichtiger Weise verschiedene Arten einfacher Wesen als Umwandlungen derselben Molecule angesehen.

3) Auch die Eingeweidewürmer und die in dem Samen der Thiere, selbst der wirbellosen, beobachteten mikroskopischen Thierchen, die Samenthierchen, geschwänzte Körperchen mit thierischen Bewegungen, scheinen für die freiwillige Entstehung lebender Wesen in organischer Materie zu sprechen.

4) In Treviranus Versuchen zeigten sich unter sonst gleichen Umständen in verschiedenen Infusionen verschiedene Wesen, nämlich Infusionsthiere oder Schimmel, und die Ursache dieser Verschiedenheit lag nicht in dem Wasser, sondern an den infundirten Substanzen.

5) Treviranus beobachtete, dass in verschiedenen Hälften

einer und derselben Infusion sich unter verschiedenen zufälligen Bedingungen verschiedene Infusionsthiere erzeugten; nämlich aus dem Aufgusse von Irisblättern mit frischem Brunnenwasser entwickelten sich in einem längern, mit Leinwand bedeckten, der Sonne ausgesetzten Gefässe Infusionsthiere, in einem zweiten Gefässe bei einem andern Standorte grüne Materie. So zeigten sich in derselben Infusion von Roggenkörnern mit Brunnenwasser die Producte verschieden, wenn Treviranus in eine der Infusionen eine Eisenstange gelegt hatte. Hiermit scheint übereinzustimmen, dass Gléditsch auf verschiedenen, mit Mousselin bedeckten Melonenstücken bei einem verschieden hohen Standorte ein ungleiches Verhältniss der erzeugten Gebilde, Schimmel, Byssus, Tremellen fand. Man könnte hierzu noch hinzusetzen, dass Gruithuisen in Infusionen von Eiter und Schleim ganz verschiedene Infusionsthierchen gefunden haben will. Aus allen diesen Gründen hat G. R. Treviranus die Schlussfolgen gezogen: dass in der ganzen Natur eine stets wirksame, absolut indecomponible und unzerstörbare (?) Materie vorhanden ist, wodurch alles Lebende von dem Byssus bis zur Palme, und von dem punktähnlichen Infusionsthiere bis zu den Meerungeheuern Leben besitzt, und welche, unveränderlich ihrem Wesen, doch veränderlich ihrer Gestalt nach, unaufhörlich ihre Formen wechselt, dass diese Materie an sich formlos und jeder Form des Lebens fähig ist, dass sie nur durch den Einfluss äusserer Ursachen eine bestimmte Gestalt erhält, nur bei der fortdauernden Einwirkung jener Ursachen in dieser verharrt, und eine andere Form annimmt, sobald andere Kräfte auf sie wirken.

Nach Wrisberg und Andern erzeugen sich die Infusorien aus den sich ablösenden Partikeln der infundirten Substanz selbst, welche sich allmählig zu bewegen anfangen; nach Gruithuisen erscheinen sie dagegen erst, wenn der Extractivstoff des infundirten Körpers von Wasser extrahirt worden, in diesem. Schultze sagt: Nie habe ich in einem Aufgusse von Blut, Milch oder Hirnsubstanz, ein Blutkügelchen, Milchkügelchen oder Markkügelchen sich als Monade fortbewegen oder in eine solche verwandeln gesehen. Jedes einzelne dieser Kügelchen giebt durch sein Zerfliessen zum Entstehen von sehr vielen Monaden den Stoff.*) Treviranus *Biologie II. p.* 264—406. Gruithuisen *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München* 1812. 8. Burdach *Physiologie. T.* 1. C. A. S. Schultze *mikroskopische Untersuchungen über* R. Browns *Entdeckung lebender Theilchen in allen Körpern, und über Erzeugung der Monaden. Carlsruhe* 1824.

Wir gehen nun zur Critik der vorhergehenden Beobachtungen über. Die Art, wie Versuche über *Generatio aequivoca* angestellt werden können, lässt keine Gewissheit über nicht statt gefundene Täuchung zu.

*) Nach Ehrenberg hat die kleinste sichtbare Monade $\frac{1}{2000}$ P. Linie oder $\frac{1}{24000}$ P. Zoll im Durchmesser. Die Blutkörperchen des Menschen betragen aber $\frac{1}{4000}$—$\frac{1}{5000}$ Zoll im Durchmesser, die Milchkügelchen noch weniger.

1) Diejenigen, welche mit ausgekochter organischer Substanz an der atmosphärischen Luft experimentirt haben, können nicht beweisen, dass die erzeugten Infusorien oder Schimmel nicht von dem mit der atmosphärischen Luft zugeführten Staube vertrockneter Infusorien oder ihrer Keime herrühren. Vielleicht dass, wie Alexander von Humboldt in seinen Ansichten der Natur deutet, die Winde die Keime der einfachsten organischen Wesen aus den trocknenden Gewässern emporheben und diese im Staube von dem belebenden Wasser aufgenommen, wieder aufleben, wie das Wiederaufleben von dem Räderthierchen, nach Spallanzani's bestätigten Versuchen, thatsächlich bekannt ist. Dass der überall in der Luft umherfliegende Staub kleine organische, im Wasser aufquellende Theilchen enthält, hat neuerlichst Schultze zur Erklärung der Infusorien benutzt; er hält diese gerade für eingetrocknet gewesene Infusorien (Monaden), die durch Benetzung von Neuem belebt werden. Indessen hält Schultze diese sehr häufige Quelle der Infusorienbildung nicht für die einzige und giebt die Umwandlung der organischen Substanzen in Protozoen zu.

2) Diejenigen, welche mit ausgekochtem organischen Stoff experimentirt und gemeines Wasser zur Infusion benutzt haben, können eben so wenig die neue Bildung der Infusorien beweisen, denn das Wasser kann diese als Eier oder wirkliche Infusorien selbst enthalten haben, die sich schnell auf Kosten der infundirten organischen Substanz vermehren. Die Anwendung eines ganz reinen destillirten Wassers ist fast in keinem Fall vorauszusetzen, da selbst fünfmal destillirtes Wasser noch organische Theilchen enthalten kann.

3) Diejenigen, welche mit frischen organischen Substanzen und destillirtem Wasser oder gar künstlich bereiteten Luftarten experimentirt haben, können nicht beweisen, dass nicht etwa die Eier der Infusorien oder diese selbst in der organischen Substanz enthalten waren; mikroskopische Thierchen kennt man in lebenden Theilen zwar wenige, und die gewöhnlichen Kügelchen organischer Flüssigkeiten, wie des Blutes, sind jedenfalls nicht individuell belebt; allein der Schleim enthält bereits mikroskopische Thierchen, der Darmschleim der Frosches wie der Same enthalten mikroskopische Thierchen; in den Muscheln hat von Baer an verschiedenen Stellen mikroskopische sich bewegende Theilchen gesehen. Siehe *Nov. act. nat. cur.* 13. 2. *p.* 594. Die Samen des Weizens und einiger Agrostis enthalten oft Vibrionen, die selbst getrocknet bei der Befeuchtung aufleben. Einige Thierchen, die in anderen Thieren vorkommen, leben auch im Wasser fort, besonders aber solche, die auf anderen Thieren leben, Epizoen.

4) Endlich, wenn auch einige Beobachter mit ausgekochten organischen Substanzen, mit destillirtem Wasser, mit künstlich bereiteter Luft zugleich experimentirt haben sollten, so ist doch die zu einem entscheidenden Resultate nöthige Genauigkeit hier weder wahrscheinlich vorauszusetzen, noch überhaupt möglich, da jedes zum Wechseln vom Wasser benutzte Instrument in einer absoluten Reinheit von allem Anflug organischer Theilchen hätte

sein müssen, und jede Reinigung wieder eine Gelegenheit zu Irrthümern giebt.

Diese Bemerkungen widerlegen die *Generatio aequivoca* nicht, sondern zeigen bloss, dass ein entschiedener Beweis derselben durch directe Beobachtung nicht wohl möglich ist. Nun hat aber Ehrenberg durch genaue Untersuchungen der Organisation der Thiere und Pflanzen, welche durch *Generatio aequivoca* entstehen sollen, diese letztere wirklich sehr unwahrscheinlich gemacht. Ehrenberg hat erstens das wirkliche Keimen der Pilz- und Schimmelsamen entdeckt. *Nov. act. nat. cur. T. X.* Vergl. Nees v. Esenbeck *Flora* 1826. *p.* 531. Schilling in Kastner's *Archiv X. p.* 429. Hierdurch wurde die Fortpflanzung der Schimmel und Pilze festgestellt, es wurde gezeigt, wie man durch Schimmelsamen neue Schimmel hervorbringen kann, und es wurde wahrscheinlich, dass in den Fällen unerwarteter Entstehung von Schimmel auch durch Wasser oder Atmosphäre verbreiteter Schimmelsame nur den zur Entwickelung nöthigen Boden gefunden hat. Was nun die Infusionsthiere betrifft, so hat Ehrenberg für's Erste den zusammengesetzten Bau dieser Thiere entdeckt, so dass selbst die kleinsten *Monas* von $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser noch einen zusammengesetzten Magen haben, dass sie Bewegungsorgane in Wimpern besitzen. Bei anderen beobachtete Ehrenberg die Eier, die Fortpflanzung durch Eier. Dies erregte den grössten Zweifel gegen die Richtigkeit früherer Beobachtungen, wo man ohne den zusammengesetzten Bau dieser Thiere zu kennen, das unmittelbare Entstehen derselben aus Theilchen der infundirten Substanz gesehen haben wollte. Ehrenberg hat es nie in der Gewalt gehabt, bestimmte Formen von Infusorien durch bestimmte Infusionen zu erlangen; auch zeigten sich bald diese, bald jene Infusorienformen bei der gleichartigsten Behandlung. Vielmehr giebt es nach Ehrenberg gewisse, aber doch nur eine bestimmte Anzahl am meisten verbreiteter Formen, deren Eier oder Individuen in allen Gewässern selbst in einigen, vielleicht aber nur schadhaften Pflanzentheilen vorhanden seyn mögen, und von denen sich dann bald die einen, bald die anderen, je nachdem Eier oder Individuen davon im Wasser waren oder hineingebracht wurden, stark vermehren. Die Vermehrung dieser Thiere scheint ausserordentlich schnell. Ein Räderthierchen, *Hydatina senta*, das über 18 Tage beobachtet wurde und länger lebt, ist in 24—30 Stunden einer vierfachen Vermehrung fähig. Diese Vermehrung giebt in 10 Tagen schon 1 Million Individuen, woraus sich die ausserordentliche Häufigkeit der Infusorien in einem Tropfen einer Infusion einigermassen erklären liesse. Im Thau und Regen hat Ehrenberg nie Infusorien bemerkt; sonst fand Ehrenberg einige Infusorien in Afrika und Asien, gleichwie in Europa, im Meerwasser wie im Flusswasser, in den Tiefen der Erde wie auf der Oberfläche. Aber die Entwickelung dieser Thiere scheint formenreich, und man kann leicht verschiedene Arten dieser Thiere zu sehen glauben, während man nur die Entwickelungszustände beobachtet. Aus allen diesen Beobachtungen schliesst Ehrenberg, dass alle Infusorien, gleich den übrigen Thieren, von Eiern entstehen, *omne*

vivum ex ovo, und lässt es ungewiss, ob die Eier zum Theil wirklich das Produkt der Generatio primitiva sind. Siehe Ehrenberg in Poggendorff's *Annalen* 1832. 1. Vergl. R. Wagner *Isis* 1832. 383. Den von mehreren Männern beschriebenen Uebergang von Infusorien in Pristleysche Materie hält Wagner für ausgemacht; diese Materie ist aber nichts Anderes als der Rest von abgestorbenen Infusorien, *Euglena viridis*. Dagegen bezweifelt Wagner wohl mit Recht die von mehreren beschriebenen Uebergänge der Priestleyschen Materie in Conferven, Ulven, Tremellen oder gar Laubmoose.

Die primitive Umbildung von noch unorganisirtem Thierstoff zu gewissen Thieren lässt sich jetzt noch am meisten bei den Eingeweidewürmern vertheidigen. Eine ganze Reihe von Gründen für die Generatio aequivoca beruht auf der Unmöglichkeit, die erste Entstehung der Eingeweidewürmer ohne freiwillige Zeugung zu erklären. 1. Die ungeheure Mehrzahl der Eingeweidewürmer ist in der Organisation ganz von allen Geschöpfen verschieden, die ausser dem thierischen Körper vorkommen. Die Aehnlichkeit einiger *Distoma* mit den Planarien des süssen und salzigen Wassers ist nur scheinbar. 2. Die wenigsten Eingeweidewürmer kommen in verschiedenen Gattungen von Thieren vor. So sind die Bandwürmer des Menschen nur diesem eigen, dagegen die Leberegel, *Distoma hepaticum*, dem Menschen, Hasen, Rindvieh, Cameel, Hirsch, Pferd, Schwein; der Spuhlwurm, *Ascaris lumbricoides*, dem Menschen, Schweine, Ochsen, Pferd gemein scheinen. Die mehrsten Thiere haben ihre eigenthümlichen specifisch verschiedenen Eingeweidewürmer. 3. Viele Eingeweidewürmer sind in ihrem Vorkommen auf gewisse Organe beschränkt. 4. Die Eingeweidewürmer sterben in der Regel ausser dem lebenden thierischen Körper. 5. Man hat diese Würmer schon in Embryonen beobachtet. 6. Dass eine Uebertragung von Eingeweidewürmern oder ihren Keimen durch die Nahrung nicht stattfinde, beweisen die bloss von Pflanzen lebenden Thiere, die gleichwohl ihre eigenen Eingeweidewürmer haben. Nur in sehr wenigen Fällen kann dieser Uebergang bei fleischfressenden Thieren angenommen werden, wie denn der *Echinorhynchus* der Feldmaus zuweilen beim Falken, Würmer der Frösche zuweilen bei Schlangen, die Ligula der Fische, der *Bothriocephalus solidus* des Stichlings auch im Darmkanal der Sumpf- und Schwimmvögel gefunden worden sind. Allein viele andere Würmer kommen ausser dem Darmkanale und den Wegen der Uebertragung vor. Siehe Bremser *über lebende Würmer im lebenden Menschen. Wien* 1819.

Ehrenberg sucht die Generatio aequivoca der Eingeweidewürmer zu entkräften, indem er sich zu der alten Meinung hinneigt, wonach die Eier der Eingeweidewürmer durch die Saftcirculation der Thiere in alle Theile des Körpers getrieben würden. Er nimmt an, dass, weil die Genitalien der Eingeweidewürmer eine grosse Menge Eier enthalten, diese auch durch die Circulation im ganzen Körper eines Thieres verführt werden, und nur unter glücklichen Umständen an den zu ihrer Entwickelung nöthigen Boden abgesetzt werden und auskommen, so dass alle Säfte eines Thieres

gleichsam von Eiern solcher Eingeweidewürmer inficirt sind, die das Thier in einzelnen Organen hat. Die Milch, wovon sich andere Individuen derselben Art nähren, kann die Eier dieser Würmer schon enthalten. Der Embryo der Säugethiere, in dem man schon Eingeweidewürmer fand, kann die Eier von den Säften der Mutter haben. Man hat Eingeweidewürmer in gelegten Eiern gefunden. Eschholz fand welche in Hühnereiern. Burdach *Physiol. I. p.* 22. Sie können anfänglich von den Säften der Mutter dahin gelangt seyn; allein in der That, die Widerlegung der Generatio aequivoca begiebt sich hier in eben so grosse Unwahrscheinlichkeiten als die Annahme derselben. Die Eier der Eingeweidewürmer sind offenbar zu gross, um aus den Organen, wo die Würmer leben, in die Lymphgefässe zu gelangen, sie sind viel zu gross, um in Capillargefässen des Blutes von 0,00025 Zoll Durchmesser zu circuliren und endlich gar in die Absonderungsproducte, z. B. die Milch, den Dotter, zu gelangen; also die Erklärung des Vorkommens der Eingeweidewürmer durch Uebergang von Mutter auf Kind, z. B. bei pflanzenfressenden Säugethieren, widerspricht gar sehr den erfahrungsmässigen Daten der Mikrometrie, wenn man nicht annehmen will, auch die kleinsten Theile von Keimstoff der Eingeweidewürmer, wie er von vorhandenen Würmern gebildet worden, seyen eben so fähig zur Fortpflanzung als ein ganzes Ei. Von den Samenthierchen nimmt Ehrenberg an, dass sie jedem animalischen Wesen bei der Zeugung eingeimpft werden.*)

Directe Versuche über Generatio aequivoca sind bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ungemein schwer. Diejenigen, welche in neuester Zeit angestellt sind, sind der Lehre von der freiwilligen Erzeugung nicht eben günstig. Fr. Ferd. Schultze

*) v. Baer's Beobachtungen (*Nov. act. nat. cur. XIII.* 2.) enthalten übrigens noch manches Räthsel über die Zeugung von Eingeweidewürmern. Die Thierchen, die er *Bucephalus* nennt, erzeugen sich in fadenförmigen Keimstöcken, welche in den Muscheln vorkommen, und Bojanus und Baer haben im *Limnaeus stagnalis* einen Wurm beschrieben, der wieder lauter Thiere einer ganz andern Form, Cerkarien, enthält. Vergl. Siebold über *Monostomum mutabile*, Wiegm. *Archiv.* 1. 45. Carus über *Leucochloridium paradoxum* (*Nov. act. nat. cur. XVII. p.* 1.). v. Nordmann (*mikrogr. Beiträge, Berlin* 1832.) hat Monaden im Körper lebender Eingeweidewürmer, *Diplostomen*, beobachtet, und im Innern von faulenden Eiern von Lernaeen Infusorien entstehen gesehen. Andrerseits verdienen wieder die Veränderungen gewisser Eingeweidewürmer Beachtung, z. B. der *Ligula* und des *Bothriocephalus solidus* der Fische, die erst in den Wasservögeln deutliche Genitalien erhalten; die anfängliche Gestalt einiger jungen Distomen, z. B. *Dist. nodulosum* des Barsches, das nach v. Nordmann anfänglich ohne Saugnapf mit einer Spur von Auge, und mit Wimpern wie zum Schwimmen im Wasser besetzt ist. Die Infusorien und Binnenwürmer der lebenden Pflanzen sind noch zu untersuchen. Wichtig genug, dass die kranken Samen von Agrostis-, Phalaris- und Triticum-Arten nach Steinbuch (*Analecten* 1802.) und Bauer (*Philos. Trans.* 1823.) Vibrionen enthalten, dass Bauer im Stengel der jungen Weizenflanze die Vibrionen wiederfand, die er dem Samen eingeimpft hatte, und dass nach Steinbuch und Bauer die Würmer der getrockneten Samen mehrere Jahre fähig blieben, im Wasser wieder aufzuleben.

beobachtete, dass atmosphärische Luft, die durch Schwefelsäure durchgeleitet ist, keine Entwickelung von Infusorien in ausgekochten Flüssigkeiten zulässt. Schwann machte die Erfahrung, dass in gekochten Flüssigkeiten, die nur mit ausgeglühter, aber an Sauerstoff noch reicher und häufig erneuerter Luft in Berührung sind, keine Infusorien- oder Schimmelbildung und keine Fäulniss vor sich geht.

Die Bildung von Infusorien ist keine primitive Zeugung organischer Materie; sie setzt schon die Existenz von organischen Wesen voraus, da nie organischer Stoff von selbst ensteht, sondern nur die lebenden Pflanzen fähig scheinen, aus binären Verbindungen, wie Wasser und Kohlensäure, ternäre organische Verbindungen, organische Materie zu erzeugen, während die Thiere nur von schon gebildeten organischen Materien leben, selbst aber keine aus Elementen, oder binären Verbindungen zu erzeugen vermögen und also die Existenz der Pflanzenwelt zu ihrer Existenz voraussetzen. Wie nun zuerst die organischen Wesen entstanden sind, auf welche Art eine Kraft, die zur Bildung und Erhaltung der organischen Materie durchaus nothwendig ist, aber anderseits sich auch nur an organischen Materien äussert, zur Materie gekommen ist, liegt ausser aller Erfahrung und Wissen. Es lässt sich auch nicht der Knoten zerhauen, indem man behauptet, die organische Kraft wohne von Ewigkeit der Materie bei, als wenn organische Kraft und organische Materie nur verschiedene Betrachtungsweisen desselben Gegenstandes wären; denn in der That sind die organischen Erscheinungen nur einer gewissen Combination der Elemente eigen, und selbst die lebensfähige organische Materie zerfällt in unorganische Verbindungen, sobald die Ursache der organischen Erscheinungen, die Lebenskraft, aufhört. Indess die Lösung jenes Problems wäre überhaupt nicht die Aufgabe der empirischen Physiologie, sondern der Philosophie. Da die Ueberzeugung in der Philosophie und in den Naturwissenschaften eine ganz verschiedene Basis hat, so sind wir hier zunächst darauf angewiesen, das Feld einer denkenden Erfahrung nicht zu verlassen. Wir müssen uns also bescheiden, zu wissen, dass die Kräfte, welche die organischen Körper lebend machen, eigenthümlich sind, und dann die Eigenschaften derselben näher untersuchen.

II. Vom Organismus und vom Leben.

a. Wesen der lebendigen Organisation.

Die organischen Körper unterscheiden sich nicht bloss von den unorganischen durch die Art ihrer Zusammensetzung aus Elementen, sondern die beständige Thätigkeit, welche in der lebenden organischen Materie wirkt, schafft auch in den Gesetzen eines vernünftigen Plans mit Zweckmässigkeit, indem die Theile zum Zwecke eines Ganzen angeordnet werden, und dies ist gerade, was den Organismus auszeichnet. Kant sagt: die Ursache der

Art der Existenz bei jedem Theile eines lebenden Körpers ist im Ganzen enthalten, während bei todten Massen jeder Theil sie in sich selbst trägt. Durch diesen Charakter begreift man, warum ein blosser Theil des organischen Ganzen meist nicht fortlebt, warum der organische Körper ein Individuum, ein Untheilbares scheint. Insofern die Theile ungleichartige Glieder eines Ganzen sind, kann auch der Stamm nach dem Verlust eines das Ganze integrirenden Theiles nicht fortleben.

Nur dann, wenn sehr einfache Thiere oder Pflanzen eine gewisse Summe gleichartiger Theile besitzen, oder wenn die zum Ganzen gehörigen ungleichartigen Glieder in jedem Abschnitt des Ganzen sich fortsetzen, kann das Ganze sich theilen, und die getrennten Stücke, welche nun auch noch die ungleichartigen Glieder des Ganzen, aber von geringerer Anzahl enthalten, leben fort. Abgeschnittene Zweige von Pflanzen werden eingepflanzt wieder zu neuen Individuen. Die verschiedenen Theile von Pflanzen sind einander noch so ähnlich, dass sie sich in einander umwandeln können, wie die Zweige in Wurzeln, die Staubfäden in Blumenblätter. Goethe *Metamorphose der Pflanzen.* Hierher gehören auch einige einfache Thiere, wie die Polypen. Stücke eines durchschnittenen Polypen hat man wieder fortwachsen gesehen, wie die Versuche von Trembley, Roesel und Andern beweisen. Eben so mit einigen Würmern, z. B. Naiden, bei welchen man in verschiedenen Abschnitten des Körpers ungefähr dieselben ungleichartigen, qualitativ verschiedenen Theile, wie des Darmes, der Nerven, der Blutgefässe, sich fortsetzen sieht. Diese Thiere hat man durch Theilung sich fortpflanzen gesehen. Allein eine solche Trennung dieser Thiere, wobei die getrennten Stücke nicht mehr die qualitativen Glieder des Ganzen enthalten, könnte auch keine Fortsetzung des Lebens zulassen. Bei den höheren Thieren und beim Menschen giebt es gewisse Organe, d. h. qualitativ verschiedene Glieder des Ganzen, die ohne Verlust des Lebens, ohne Aufhebung des Begriffs vom Ganzen, nicht entfernt werden können und auch nur einfach vorkommen, wie Gehirn und Rückenmark, Herz, Lungen, Darmkanal etc. Andere Theile dagegen, welche keine unbedingt nothwendigen Glieder im Begriff des Ganzen, oder welche mehrfach vorhanden sind, können entfernt werden, dagegen kann auch kein Theil der höheren Thiere getrennt fortleben, weil keiner die integrirenden qualitativen Glieder des Ganzen enthält. Nur das Ei, der Keim selbst, ist in diesem Zustande, weil die organische Kraft die integrirenden Theile des Ganzen noch nicht gebildet hat, und entwickelt sich getrennt von dem Ganzen zum neuen Ganzen. Im Organismus ist also eine die Zusammensetzung aus ungleichen Gliedern beherrschende Einheit des Ganzen.

Aus den eben mitgetheilten Thatsachen sieht man, dass die organischen Körper nicht absolut untheilbar sind, sie sind vielmehr dann immer mit Erhaltung ihrer Kräfte theilbar, wenn die getrennten Stücke noch die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen in einer gewissen Ausdehnung enthalten, und selbst bei

der Zeugung der höchsten Thiere und Pflanzen findet ja eine Theilung statt. Die unorganischen Körper kann man dagegen in einem weit ausgedehntern Sinne theilen, ohne dass die Theile die chemischen Eigenschaften des Ganzen verlieren, man kann sie nach einem gewöhnlichen Ausdruck ins Unendliche theilen, d. h. nach der atomistischen Lehre bis auf die Uratome, welche ihrer Kleinheit wegen den Sinnen entgehen und in chemisch zusammengesetzten Körpern bis auf die aus verschiedenen constituirenden Atomen zusammengesetzten Atome, welche ebenfalls den Sinnen entgehen. Doch giebt es auch unter den unorganischen Körpern solche, welche nicht bis auf die Urtheilchen theilbar sind, ohne von ihren Eigenschaften zu verlieren; ich meine die Krystalle. Diese sind nur in gewissen Richtungen leicht theilbar, und die Theile, die dadurch gewonnen werden, sind doch schon oft von der Form des Ganzen verschieden, daher Einige auch die Krystalle als Individuen betrachten, welche durch die fortgesetzte Thätigkeit der Kraft bestehen, die sie bildete, und vergehen, wenn die äusseren chemischen (Verwittern) oder mechanischen Einflüsse über ihre Krystallisationskraft, Härte, das Uebergewicht erlangen. Vergl. Mohs *Grundriss der Mineralogie. I. Vorrede p.* 6. Allein wenn man auch die Krystalle in diesem Sinne als Indviduen betrachten wollte, so ist doch der grosse Unterschied, dass die Molecule der Krystalle gleichartig im ganzen Krystall sind, und dass der Krystall wenigstens in gleichartige Aggregate der Molecule theilbar ist, während die organischen Körper aus ganz verschiedenen Gliedern eines Ganzen, z. B. Geweben mit besonderen Eigenschaften zusammengesetzt sind. Ist ein unorganischer Körper ein Aggregat von verschiedenartigen gemengten Substanzen, so fehlt der Bezug dieser Theile für das Bestehen des Ganzen.

Die Zusammensetzung der organischen Körper aus ungleichartigen Gliedern eines Ganzen nach dem Gesetze der Zweckmässigkeit lässt sogleich auch die Nothwendigkeit eines durchgreifenden Unterschiedes der äussern und innern Gestaltung der organischen Körper und Organe von den unorganischen Körpern einsehen. Wir bewundern in dem ganzen Thiere nicht allein den Ausdruck der waltenden Kräfte, wie die Krystallisation der Erfolg einer gewissen Kraft in einer binären Combination ist, sondern die Gestalt der Thiere und Organe zeigt auch wieder die vernünftig zweckmässige Anordnung für die Ausübung der Kräfte, eine prästabilirte Harmonie der Organisation mit den Fähigkeiten für den Zweck der Ausübung dieser Fähigkeiten des Ganzen, wie jeder Theil, z. B. das Auge, Gehörorgan, zeigt. Die Krystalle dagegen zeigen durchaus keine Zweckmässigkeit der Gestaltung für die Thätigkeit des Ganzen, weil der ganze Krystall nicht ein aus ungleichartigen Geweben zusammengesetztes zweckmässiges Ganze ist, sondern durch Aggregation gleichartiger Elemente oder Bildungstheile entsteht, welche denselben Gesetzen der krystallinischen Aggregation unterworfen sind. Daher wachsen auch die Krystalle durch äussere Aggregation an die zuerst gebildeten Theile,

dagegen die verschiedene Organisation neben einander verbundener Theile in dem organischen Körper meist gleichzeitig ist, so dass das Wachsthum der organischen Körper meist von allen wirksamen Partikeln der Substanz aus gleichzeitig geschieht, während die Vermehrung der Masse in unorganichen Körpern durch äussere Apposition geschieht. Sehr schöne weitere Vergleichungen zwichen der Organisation und Krystallisation hat E. H. Weber in seiner allgemeinen Anatomie gegeben.

Das Einzige, was man in den organischen und unorganischen Körpern passend vergleichen kann, ist die Art, wie die Symmetrie in beiden verwirklicht ist. Die Krystalle haben symmetrische und asymmetrische Flächen, Winkel, Ecken. Auch die Thiere haben symmetrische und asymmetrische Theile, und die Gesetze der symmetrischen und asymmetrischen organischen Gestaltung zeigen ähnliche, mannichfache Abänderungen. Wir unterscheiden z. B. einen strahlenförmig symmetrischen Typus in den Radiarien, mit gleichartigen Theilen um einen gemeinsamen Mittelpunkt, wobei das Asymmetrische bloss die Vorder- und Hinterseite der sternförmigen Organisation ist. Wir unterscheiden 2) die Symmetrie gleichartiger Theile auf einem ästigen Typus, wie in den Pflanzen die Blätter und Blüthen das sich wiederholende Symmetrische, die Polypen das Symmetrische auf dem verzweigten Polypenstamm sind. Wir unterscheiden 3) die reihenförmige Symmetrie in der Succession gleichartiger Theile von vorne nach hinten bei den Würmern, wo die asymmetrischen Theile nur Bauch und Rücken sind. 4) Endlich unterscheiden wir die doppelseitige Symmetrie in der bloss seitlichen Wiederholung gleicher Theile bei den höheren Thieren und beim Menschen, wo das Asymmetrische die hinter einander liegenden Organe, und die Asymmetrie von Bauch- und Rückenfläche sind. Bei vielen Thieren ist die seitliche Symmetrie zum Theil mit der successiven Symmetrie von vorne nach hinten verbunden, wie bei den höheren Thieren in den Wirbeln. Abgesehen davon, dass die Symmetrie und Asymmetrie der krystallisirten unorganischen Körper immer in ebenen Flächen und geraden Linien stattfindet, wovon sich das Gegentheil bei den organischen Körpern zeigt, so bleibt immer noch der grosse Unterschied, dass symmetrische und asymmetrische Theile der Krystalle eine einfache Zusammensetzung haben, dass dagegen die Theile, welche sich bei organischen Körpern symmetrisch wiederholen, selbst erst aus ungleichartigen Geweben zusammengesetzt sind. Welche Ursachen die angeführten verschiedenen Typen der organischen Symmetrie bedingen, und welche Gründe in dem Keime zuerst die Lage der Achsen z. B. für die doppelseitige Symmetrie, das Vorn und Hinten, und die Bauch- und Rückenseite in den höheren Thieren bestimmen, können wir eben so wenig ahnen, als die Ursachen der symmetrischen Krystallbildung. Die Organtheile des Organismus sind übrigens nie krystallinisch, und wenn auch einige Fettarten im reinen Zustande krystallisiren, so gilt diess nur, wenn sie den äusseren Einflüssen unterworfen und der Lebenskraft entzogen sind; eben so mit dem Zucker, dem Harnstoff, der Harnsäure. Die meisten Säfte

und organischen Stoffe krystallisiren nicht einmal ausser dem lebendigen Organismus.*)

Wir haben bis jetzt bloss die Eigenthümlichkeit der organischen Körper untersucht, dass sie organische Ganze sind, aus ungleichartigen Organen zusammengesetzt, welche den Grund ihrer Existenz in dem Ganzen haben, wie KANT sich ausdrückte. Die organische Kraft des Ganzen, welche die Existenz des Einzelnen bedingt, hat aber auch die Eigenschaft, dass sie die zum Ganzen nothwendigen Organe aus organischer Materie erzeugt. Einige haben geglaubt, das Leben oder die Thätigkeit der organischen Körper sey nur die Folge der Harmonie, des Ineinandergreifens gleichsam der Räder der Maschine, und der Tod sey durch eine Störung dieser Harmonie bedingt. Die Harmonie, dieses Ineinandergreifen findet offenbar statt; denn das Athmen in den Lungen ist die Ursache der Thätigkeit des Herzens, und die Bewegung des Herzens bringt in jedem Augenblick dem Gehirn das durch das Athmen veränderte Blut, wodurch das Gehirn alle übrigen Organe belebt, und wieder die Athmenbewegungen bedingt. Der äussere Impuls zu diesem Getriebe ist aber die atmosphärische Luft beim Athmen. Jede Verletzung einer dieser Haupttriebfedern in dem Mechanismus des organischen Körpers, jede grössere Verletzung der Lungen, des Herzens, des Gehirns kann die Ursache des Todes werden, daher man sie die *Atria mortis* genannt hat.

Allein diese Harmonie der zum Ganzen nothwendigen Glieder besteht doch nicht ohne den Einfluss einer Kraft, die auch durch das Ganze hindurch wirkt, und nicht von einzelnen Theilen abhängt, und diese Kraft besteht früher, als die harmonischen Glieder des Ganzen vorhanden sind; sie werden bei der Entwikkelung des Embryo's von der Kraft des Keimes erst geschaffen. Bei einem zweckmässig zusammengesetzten Mechanismus, z. B. einer Uhr, kann das zweckmässige Ganze eine aus der Zusammenwirkung der einzelnen Theile hervorgehende Thätigkeit zeigen, die von einer Ursache aus in Bewegung gesetzt wird; allein die organischen Wesen bestehen nicht bloss durch eine zufällige Verbindung ihrer Elemente, sondern erzeugen auch die zum Ganzen nothwendigen Organe durch ihre Kräfte aus der organischen Materie. Diese vernünftige Schöpfungskraft äussert sich in jedem Thiere nach strengem Gesetz, wie es die Natur jedes Thieres erfordert; sie ist in dem Keime schon vorhanden, ehe selbst die späteren Theile des Ganzen gesondert vorhanden sind, und sie ist es, welche die Glieder, die zum Begriff des Ganzen gehören, wirklich erzeugt.

*) Der Rückgrathskanal und die Schädelhöhle der Frösche enthalten um die Centraltheile des Nervensystems eine Lage von breiartiger weisser Materie, die nach EHRENBERG's und HUSCHKE's Entdeckung aus mikroskopischen Krystallen und kohlensaurem Kalke besteht. An der Bauchhaut der Fische und im Silberglanze der Chorioidea der Fische hat EHRENBERG auch mikroskopische Krystalle aus einer organischen Materie entdeckt. POGGENDORFF's *Ann.* XXVIII. Die Otolithen enthalten auch Krystalle.

Der Keim ist das Ganze, *Potentia*; bei der Entwickelung des Keimes entstehen die integrirenden Theile des Ganzen, *actu*. Wir sehen dies Werden des Einzelnen aus dem potentiellen Ganzen vor unseren Augen bei der Beobachtung des bebrüteten Eies. Alle Theile des Eies sind bis auf den Keim, nur zur Nahrung des Keimes bestimmt; die ganze Kraft des Eies ruht nur im Keim, und da äussere Einwirkungen für die Keime der verschiedensten organischen Wesen gleich sind, so muss man die bei den meisten Thieren gleichgestalteten als das *potentielle* Ganze des späteren Thieres betrachten, begabt mit der wesentlichen und specifischen Kraft des spätern Thieres, fähig, das Minimum dieser specifischen Kraft und Materie durch Assimilation der Materie zu vergrössern. Dieser Keim breitet sich aus, umwächst den Dotter, und die Organe des Thieres entstehen durch Umwandlung des Keimes unter immer neuer Erzeugung wirksamer Bildungstheile oder Zellen, indem zuerst die Elemente des Nervensystems entstehen, und selbst wieder aus den Elementen der organischen Systeme die Details der Organisation sich immer weiter ausbilden, so dass man die erste Spur der Centraltheile des Nervensystems weder für Gehirn, noch für Rückenmark, sondern für das noch potentielle Ganze der Centraltheile des Nervensystems halten muss. Auf gleiche Art entstehen die Theile des Herzens sichtbar aus einem gleichartigen Schlauche, und die erste Spur des Darmschlauches ohne Speicheldrüsen, Leber, ist mehr als Darmschlauch, vielmehr das potentielle Ganze des Digestionsapparates. Es kann jetzt nicht mehr bezweifelt werden, dass der Keim nicht die blosse Miniatur der späteren Organe ist, wie Bonnet und Haller glaubten. Denn die ersten Rudimente der Organe werden nicht durch Vergrösserung erst sichtbar, sondern ihr erstes Erscheinen ist deutlich, und die Rudimente sind sogleich schon ziemlich gross, aber einfach, so dass wir aus der Umgestaltung des einfachen Organes die spätere Zusammensetzung desselben entstehen sehen.

Hätte Ernst Stahl diese Thatsachen gekannt, so würde er noch mehr in seiner berufenen Ansicht gestärkt worden seyn, dass die vernünftige Seele selbst das *Primum movens* der Organisation, dass sie selbst der letzte und einzige Grund der organischen Thätigkeit sey, dass die Seele ihren Körper nach den Gesetzen ihrer Wirksamkeit zweckmässig baue und erhalte, und dass durch ihre organische Thätigkeit die Heilung der Krankheiten geschehe. Stahl's Zeitgenossen und Nachfolger haben diesen grossen Mann zum Theil nicht verstanden, wenn sie glaubten, nach seiner Ansicht sollte die Seele, welche vorstellt, mit Bewusstsein und Absicht, auch die Organisation betreiben. Stahl's Seele ist die nach vernünftigem Gesetz sich äussernde Kraft der Organisation selbst. Allein Stahl ist darin zu weit gegangen, wenn er die mit Bewusstseyn verbundenen Seelenäusserungen in gleichen Rang mit der zweckmässig aber nach blinder Nothwendigkeit sich äussernden Organisationskraft stellte. Die organisirende Kraft, die nach ewigem Gesetz die zum Bestehen des Ganzen nöthigen Glieder erzeugt und belebt, residirt wohl nicht in einem Organ; sie äussert sich in der Ernährung noch bei der hirnlosen

Missgeburt bis zur Geburt; sie verändert das schon vorhandene Nervensystem wie alle übrigen Organe bei der sich verwandelnden Insectenlarve, so dass dann mehrere Knoten des Nervenstranges verschwinden und andere sich vereinigen, sie bewirkt, dass bei der Umwandlung des Frosches das Rückenmark sich verkürzt, in dem Maasse, als der Schwanz seine Organisation verliert und die Nerven der Extremitäten entstehen. Die bewusstlos wirkende zweckmässige Thätigkeit wirkt auch in den Erscheinungen des Instinctes. Cuvier sagt davon sehr schön und verständlich, dass die Thiere beim Instinct gleichsam von einer angebornen Idee, von einem Traum verfolgt werden. Allein dasjenige, was diesen Traum erregt, kann nur die nach vernünftigen Gesetzen wirkende organisirende Kraft, die Endursache eines Geschöpfes selbst seyn. Diese ist vor allen Organen im Keim vorhanden, und scheint daher auch im Erwachsenen an kein Organ gebunden; das Bewusstseyn dagegen, welches keine organischen Producte erzeugt, sondern nur Vorstellungen bildet, ist ein spätes Erzeugniss der Entwickelung selbst und an ein Organ gebunden, von dessen Integrität das Bewusstseyn abhängt, wenn das Primum movens zweckmässiger Organisation selbst in der hirnlosen Missgeburt noch fortwirkt. In den Pflanzen fehlt das Bewusstseyn mit dem Nervensystem, während die nach dem Urbilde der Pflanzenspecies wirkende Kraft der Organisation vorhanden ist.

Man darf daher die organisirende Kraft nicht mit etwas dem Geistesbewusstseyn Analogen, man darf ihre blinde nothwendige Thätigkeit mit keinem Begriffbilden vergleichen. Unsere Begriffe vom organischen Ganzen sind blosse bewusste Vorstellungen. Die organische Kraft dagegen, die Endursache des organischen Wesens, ist eine die Materie zweckmässig verändernde Schöpfungskraft. Organisches Wesen, Organismus ist die factische Einheit von organischer Schöpfungskraft und organischer Materie. Ob beide jemals getrennt gewesen seyen, ob die schaffenden Urbilder, die ewigen Ideen Platon's, wie er im *Timaeus* deutete, zu irgend einer Zeit zur Materie gelangt sind, und sich von da an in jedem Thiere und jeder Pflanze fortan verjüngen, ist kein Gegenstand des Wissens, sondern der unerweislichen Mythen, Traditionen, die uns die Grenze unseres blossen Bewusstseyns deutlich genug anzeigen. Das Thatsächlichste ist, dass jede Thierform, jede Pflanzenform sich unabänderlich durch ihre Producte erhält, und dass es bei einer ungefähr berechneten Anzahl von so vielen tausend Pflanzen und Thierarten keine wahren Uebergänge von einer Art zur andern, von einer Gattung zur andern giebt; jede Familie der Pflanzen, der Thiere, jede Gattung, jede Art ist an gewisse physische Bedingungen ihrer Existenz auf der Erde, an eine gewisse Temperatur und bestimmte physisch-geographische Verhältnisse gebunden, für welche sie gleichsam erschaffen. In dieser unendlichen Mannichfaltigkeit der Geschöpfe, in dieser Gesetzmässigkeit der natürlichen Klassen, Familien, Gattungen und Arten, äussert sich eine das Leben auf der ganzen Erde bedingende gemeinsame Schöpfungskraft. Aber alle diese Arten des Organismus, alle diese Thiere, die gleichsam eben so viele Arten, die

umgebende Welt mit Empfindung und Reaction zu geniessen, sind, sind von dem Zeitpunkte ihrer Schöpfung selbstständig; die Art vergeht mit der Ausrottung der productiven Individuen, die Gattung ist nicht mehr fähig, die Art zu erzeugen, die Familie nicht fähig, die Gattung herzustellen. Thierarten sind im Verlaufe der Erdgeschichte durch Revolutionen der Erdrinde untergegangen und in den Trümmern vergraben; sie gehören theils ausgestorbenen, theils noch lebenden Gattungen an *).

Die factische Einheit der organisirenden Kraft und der organisirten Materie liesse sich besser begreifen, wenn es sich beweisen liesse, dass die organisirende Kraft und alle Lebenserscheinungen erst die Folge einer gewissen Combination der Elemente, die Folge der Mischung seyen. Der Unterschied der belebten und unbelebten organischen Materie bestände dann darin, dass in der letztern der Mischungszustand der Elemente verändert worden. In der That hat Joh. C. Reil den kühnen Versuch einer solchen Darstellung in seiner berühmten Abhandlung über die Lebenskraft, Reil's *Archiv für die Physiologie*, *I. Bd.*, gemacht, welche Einige, wie Rudolphi, als ein Meisterstück betrachten, wie allein die Anfangsgründe der Physiologie gelegt werden müssen. Reil leitet den Grund der organischen Erscheinungen von der ursprünglichen Verschiedenheit der Mischung und Form der organischen Körper ab. Verschiedenheit der Mischung und Form sind nach ihm die Ursachen aller Verschiedenheit der organischen Körper und ihrer Kräfte. Werden zwei Principien, Mischung und Form, anerkannt, so bleibt die Aufgabe ungelöst, und es fragt sich jetzt wieder, wie die Mischung zur Form, die Form zur Mischung kam. Dass aber die Form der organischen Materie die Art ihrer Wirkungen nicht ursprünglich bestimmt, zeigt die Gleichheit der Form des Keimes in den verschiedensten Thieren, bei Wirbelthieren und Wirbellosen. Ueberall besteht er aus der Eizelle, dem Keimbläschen und dem Keimfleck. Anderseits wird die Form der unorganischen Körper immer erst durch ihre Elemente oder die Combination der Elemente bestimmt. Auch giebt diess Reil selbst wieder zu; denn er sagt p. 17: „Form der Materie ist schon eine Erscheinung, die in einer andern, nämlich in der Wahlanziehung der Grundstoffe und ihrer Producte, gegründet ist.“ Hieraus würde folgen, dass, wenn die Mischung allein die Ursache der organischen Kräfte wäre, die Mischung selbst zugleich das formende Princip wäre. Da nun die Mischung in den der organischen Kräfte beraubten organischen Körpern unmittelbar nach dem Tode nicht von der Mischung der Elemente

*) Das Studium der aufeinander liegenden Erdschichten, worin die Reste organischer Geschöpfe vorkommen, scheint zu beweisen, dass nicht alle Wesen, welche ihre Reste auf der Erde zurückgelassen, zugleich auf der Erde gelebt haben, und die Reste des Menschen kommen nicht in den tieferen Lägern solcher Niederschläge vor, welche organische Reste enthalten. Aber keine Thatsache berechtigt uns zu Vermuthungen über die erste Bildung der Geschöpfe, keine zeigt uns die Möglichkeit, alle diese Verschiedenheiten durch Umwandlung zu erklären, da alle Geschöpfe die ihnen gegebene Form unabänderlich erhalten.

während des Lebens verschieden scheint, so musste Reil annehmen, dass es noch feinere, von der chemischen Analyse nicht erkennbare Materien gebe, welche in dem belebten organischen Körper noch vorhanden seyen, in dem todten aber fehlen.

Es muss allerdings in die Zusammensetzung der Stoffe im lebenden Körper noch ein unbekanntes, im Reil'schen Sinne feineres, materielles Princip eingehen, oder die organische Materie muss durch die Wirkung unbekannter Kräfte die damit verbundenen Eigenthümlichkeiten erhalten. Ob man sich diess Princip als imponderable Materie, oder als Kraft zu denken habe, ist eben so ungewiss, wie dieselbe Frage bei mehreren wichtigen Erscheinungen in der Physik, und die Physiologie ist hier nicht hinter den übrigen Naturwissenschaften zurück; denn die Eigenschaften dieses Princips sind in den Wirkungen der Nerven bald eben so gut bekannt, als die des Lichtes, der Wärme, der Electricität in der Physik. Auf jeden Fall ist die Beweglichkeit dieses Princips gewiss. Wir erkennen die räumliche Ausbreitung dieses Princips in unendlich vielen Lebenserscheinungen. Wir sehen, dass steif gefrorne, der Empfindung und Bewegung beraubte Theile von der Grenze der belebten Theile allmählig belebt werden, wir sehen diese Mittheilung noch deutlicher nach dem aufgehobenen Druck eines Nerven, der das sogenannte Einschlafen der Glieder bewirkt hatte. Wir sehen den in der Entzündung von der Oberfläche des Organes ausgeschwitzten Faserstoff belebt und organisirt werden. Die organische Kraft wirkt über die Grenze der Organe hinaus bei der Umwandlung der thierischen Materie in den Gefässen, bei der Umwandlung des Chymus und Chylus, der in den Lymphgefässen bei seinem Weiterrücken neue Eigenschaften erhält; sie wirkt von den Wänden der Blutgefässe aus auf das Blut und bedingt dessen Flüssigkeit, während das Blut ausser den Gefässen fast unter allen Bedingungen gerinnt, wenn es nicht zersetzt wird. Aber sogar eine ausgetretene oder eingeschlossene oder krankhaft angesammelte Flüssigkeit wird länger im lebenden Körper, als ausser ihm vor Fäulniss bewahrt, was nicht bloss das Abschliessen von der Luft verursacht, da sonst bei gesunkenen Kräften oft schnell Blut und Eiter im Körper sich zersetzen. Endlich erwähne ich mit Autenrieth die Fähigkeit der thierischen Theile, wodurch ihnen bald Lebenskraft entzogen, bald mitgetheilt wird, und wodurch sich die Lebenskraft oft schnell in einem Organe anhäuft.

So gewiss nun mit allen diesen Thatsachen die Existenz einer oft schnell wirkenden und räumlich sich ausbreitenden Kraft oder eines imponderablen Stoffes ist, so wenig ist man berechtigt, denselben mit den bekannten imponderablen Materien oder allgemeinen Naturkräften, Wärme, Licht, Electricität, für identisch zu halten, eine Vergleichung, die vielmehr durch jede nähere Untersuchung widerlegt wird. Die Untersuchungen über den sogenannten thierischen Magnetismus schienen Anfangs einiges Licht über diese räthselhafte Kraft oder imponderable Materie zu verbreiten. Man glaubte, dass Bestreichen eines Menschen durch einen andern, Händeauflegen und dergleichen, merkwürdige Wir-

kungen hervorbringe, die von einem Ueberströmen des sogenannten thierischen magnetischen Fluidums herrühren; ja Einige haben dieses hypothetische Fluidum sogar durch gewisse Vorrichtungen anzuhäufen geglaubt. Diese Geschichten sind indess ein bedauernswerthes Irrsal von Lug und Trug und Aberglauben geworden, und es hat sich nur gezeigt, wie unfähig die meisten Aerzte zu einer empirischen Untersuchung sind, und wie wenig sie eine Vorstellung von einer Prüfung haben, die in den übrigen Naturwissenschaften zur allgemeinen Methode geworden ist. Kein einziges Factum existirt über diesen Gegenstand unzweifelhaft, als die Gewissheit unendlicher Täuschungen; in der Empirie der Arzneikunde zeigt sich auch keine Thatsache, welche sich mit diesen wunderbaren Dingen in Verbindung bringen liesse, als jene oft wiederholten, aber auch der Bestätigung bedürfenden Berichte von der Heilung gelähmter Menschen, deren Glieder man in frisch geschlachtete Thiere gehüllt, und die gerne geglaubten Mährchen von Verjüngung der Alten und Kränklichen in dem Umgang und in der Ausdünstung gesunder Kinder, und umgekehrt.

b. Aeussere Bedingungen des Lebens.

So viel wir jetzt gesehen haben, bestehen die organischen Körper aus Materien, welche eine eigene, in der unorganischen Natur nicht vorkommende, nämlich ternäre, quaternäre oder noch mehrfache Combination der Elemente zeigen; diese Combinationen erzeugen sich nur in den organischen Körpern, so lange sie thätig sind oder leben. Die organischen Körper bestehen ferner aus Organen, d. i. qualitativ verschiedenen Gliedern des Ganzen, die den Grund ihrer Erhaltung in dem Ganzen haben, sie bestehen nicht allein daraus, sondern sie erzeugen aus eigener Kraft diese Glieder des Ganzen; das Leben ist daher keine blosse Folge der Harmonie und Wechselwirkung dieser Glieder, sondern beginnt sich zu äussern mit einer in der Materie des Keimes wirkenden Kraft oder imponderabeln Materie, welche in die Zusammensetzung derselben eingeht und der organischen Combination Eigenschaften mittheilt, die mit dem Tode aufhören.

Das Wirken der organischen Kraft ist aber nicht unbedingt. Die zum Leben nothwendige Mischung und Kraft kann vorhanden seyn und sich doch nicht durch Lebenserscheinungen äussern, und dieser ruhige Zustand der organischen Kraft, wie er in dem unbebrüteten befruchteten Keime des Eies, im Pflanzenei, so lange es nicht keimt, stattfindet, muss wohl von dem Tode unterschieden werden. Es ist auch nicht Leben, sondern specifische Lebensfähigkeit. Das Leben selbst, die Aeusserung der organischen Kraft, beginnt mit der Einwirkung gewisser Bedingungen des Lebens, wie der Wärme, der atmosphärischen Luft, bei den Eiern, die im Wasser ausgebrütet werden, der im Wasser aufgelösten Luft, und der Zufuhr befeuchteter Nahrungsstoffe, also des Nahrungsstoffes und Wassers, und diese Bedingungen bleiben für das Leben nothwendig, so lange es sich äussern soll.

Das Thier- und Pflanzenei bleibt nur so lange Keim, als es

vollkommen ruhig in keiner Wechselwirkung mit der Aussenwelt erhalten wird; es bleibt dann entwicklungsfähig, und die schaffende Kraft des Keimes erhält sich, aber sie bleibt ruhig, ohne sich zu äussern. So können Eier der Thiere ihre Entwickelungsfähigkeit lange behalten, wenn sie nur der Einwirkung der Luft und Wärme entzogen werden. So erhält sich die Keimkraft vieler Insecteneier im Winter, und Eier von Insecten der überseeischen Länder kommen in botanischen Gärten Europa's aus. So soll sich die Keimkraft der Samen vieler phanerogamischen Pflanzen unter Wasser bis 20 Jahre, unter der Erde ausser aller Einwirkung der atmosphärischen Luft bis 100 Jahre erhalten. *Ann. d. Sc. nat. T. V.* 380. Treviranus führt Beobachtungen von van Swieten an, dass Mimosenkörner nach 80, und Bohnen nach 200 Jahren noch gekeimt hatten, und citirt eine andere Beobachtung, dass man sogar eine vielleicht 2000 Jahre alte Zwiebel aus der Hand einer Aegyptischen Mumie noch zum Treiben gebracht habe. Treviranus *Erscheinungen u. Gesetze des organischen Lebens. p.* 47. Sobald aber jene Einflüsse der äussern Natur einwirken, entwickelt sich entweder der Keim, wenn er zur Entwicklung geeignet ist, oder der Keim fault, wie dann auch der schon entwickelte Organismus, wenn die zur weitern Entwickelung nöthigen äusseren Bedingungen fehlen, entweder scheintodt wird, wie im Winterschlaf, oder ganz abstirbt. Die ruhende Lebenskraft des Keimes bedarf also zwar keiner äusseren Reize zu ihrem ruhigen Fortbestehen, wohl aber das entwickelte und sich äussernde Leben.

Die zum Leben nothwendigen äusseren Bedingungen, Wärme, Wasser, atmosphärische Luft und Nahrungsstoff, bringen, indem sie das Leben unterhalten, beständig Stoffveränderungen in den organischen Körpern zu Stande, so dass sie sich mit den organischen Körpern verbinden, während Bestandtheile der organischen Körper wieder zersetzt und ausgeschieden werden. Man hat diese Einwirkungen *Reize* oder *Lebensreize* genannt; man muss sie indessen von vielen anderen zufälligen Reizen wohl unterscheiden, welche zum Leben nicht nothwendig sind, und man muss sich nur immer vorstellen, dass diese Lebensreize die Erscheinungen des Lebens durch materielle Veränderungen, Austausch ponderabeler und imponderabeler Materien bewirken, indem sie beständig die zum Leben nothwendige Mischung der Säfte, z. B. des Blutes, unterhalten. Das durch die Lebensreize veränderte Blut reizt wieder alle Organe, d. h. bringt organische, zur Aeusserung des Lebens nothwendige, materielle Veränderungen, Austausch ponderabeler und imponderabeler Materien in ihnen hervor, die zugleich mit einer Zersetzung schon vorhandener Bestandtheile der Organe und mit Ausscheidung derselben verbunden sind. Auch die Nerven der Thiere bewirken wichtige materielle Veränderungen in den Organen, und das in denselben wirkende, wahrscheinlich imponderable Agens ist ein wichtiger innerer Lebensreiz.

Man hat die Eigenschaft aller organischen Körper, durch die genannten Lebensreize gewisse zur Aeusserung des Lebens nothwendige beständige materielle Umwandlungen zu erleiden, *Inci-*

tabilitas, Reizbarkeit, genannt. Diese Reize sind gleichsam der äussere Impuls für den Gang des Räderwerks der ganzen Maschine; so unpassend der Vergleich mit einem Mechanismus auch seyn mag, die organische Kraft, welche in den organischen Körpern den zum Leben nothwendigen Mechanismus erschafft, ist doch keiner Acte ohne diesen äussern Impuls und ohne beständige materielle Umwandlungen mit Hülfe der äusseren sogenannten Lebensreize fähig. Richerand hat daher die Aeusserungen des Lebens nicht uneben mit den Erscheinungen der Verbrennung und der Flamme verglichen. Die Erscheinung des Feuers dauert nur so lange, als die zur Verbrennung nöthigen Combinationen und Trennungen stattfinden; der Sauerstoff verbindet sich mit dem brennenden Körper, Wärme wird entwickelt, und so lange Sauerstoff und brennbare Materien zugeführt werden, dauern die Phänomene des Feuers. Ich bin weit entfernt, das Leben als von einer Verbrennung abhängig zu machen, ich will nur sagen, dass hier, wie dort, gewisse beständige Combinationen und Zersetzungen der Materie die Erscheinungen dort der Verbrennung und Lichterscheinung, hier die Erscheinungen der organischen Kraft hervorbringen, dass die Lebensreize für die organischen Körper dasselbe sind, was der Sauerstoff der Atmosphäre und das brennbare Material für die Erscheinung des Feuers, wo man den Sauerstoff doch nicht den Reiz der Flamme nennt, und dass der Name *Reiz*, *Lebensreiz*, ohne sich die dadurch veranlassten materiellen Veränderungen dabei zu denken, ohne beständige neue Bindung und Ausscheidung ponderabeler und imponderabeler Materien ein leerer, und sogar falscher Begriff ist. Man muss nur immer bedenken, dass die durch die Lebensreize bewirkten materiellen Veränderungen, obgleich Stoffe der unorganischen Natur dabei wirken, nicht wieder binäre Verbindungen im Organismus erzeugen, sondern nur binäre Verbindungen als Zersetztes, wie Kohlensäure, ausscheiden, während der beim Athmen zum Theil an das Blut tretende Sauerstoff das Blut verändert, und das veränderte Blut in den mit der organischen Kraft begabten Organen ganz andere materielle Veränderungen hervorbringen muss, als man sie sich in einem todten Körper zu denken hat.

Diese allgemeinen Bedingungen des Lebens, die Lebensreize, oder *integrirenden* Reize, sind für Pflanzen und Thiere gemein; für die Pflanzen insbesondere ist auch das Licht unentbehrlicher belebender Reiz, für die thierischen Körper ist es (obgleich Entziehung des Lichteinflusses scrophulös und rhachitisch macht), weniger unmittelbar nothwendig, wie viele Thiere, namentlich die Eingeweidewürmer, beweisen, und dessen Mangel wirkt auf die thierischen Organismen nur mehr in sofern schädlich ein, als es die anderen Lebensbedingungen modificirt. Für die Thiere ist als unentbehrliche Lebensbedingung, nicht bloss Aufnahme neuer Materien, sondern auch vorzugsweise schon organisirter Materien zu nennen, während die Pflanzen organisirte Materien theils in binäre Verbindungen zerlegt als Nahrung aufnehmen, und binäre in ternäre Verbindungen verwandeln. Sonst ist die Nothwendigkeit von neuer Materie, Wärme, Wasser und atmosphärischer Luft

für die Entwickelung der organischen Wesen, ihr Fortbestehen und ihr Wachsthum eine ganz unbedingte.

Man hat sehr geirrt, indem man diese *belebenden Reize* mit anderen Reizen zusammengestellt hat, welche in die Zusammensetzung der organischen Körper nicht wesentlich eingehen, und ihre Kräfte nicht vermehren. Ein mechanischer Reiz, welcher den Zustand einer empfindlichen Haut modificirt, z. B. Druck, bewirkt zwar eine Lebenserscheinung, Empfindung, aber belebt nicht und verstärkt nicht die organischen Kräfte; dagegen tragen die zum Leben unbedingt nothwendigen Reize zu der Bildung der organischen Materie selbst wesentlich bei. Die Nahrungsmittel für's Erste sind nicht allein Reize der organischen Körper, sondern selbst lebensfähig, sie sind Reize, welche beleben und selbst belebt werden können. Der Mensch entbehrt sie ohne tödtliche Folgen im gesunden Zustande kaum länger als eine Woche, die höheren Thiere entbehren sie ohne tödtliche Folgen nicht mehrere Wochen lang, die Amphibien hat man dagegen Monate lang fasten gesehen, wie von Schlangen und Schildkröten vorzüglich bekannt ist. Das Wasser, mag es in die organischen Verbindungen als solches eingehen, oder seine Elemente zu den organischen Verbindungen beitragen, ist auch in seinem ungebundenen Zustande zur Aeusserung des Lebens durchaus nothwendig, weil die thierischen Theile ohne im Zustande der Aufweichung von Wasser zu seyn, keines Lebens fähig sind. Die atmosphärische Luft endlich ist eine für die Lebenserscheinungen so nothwendige Bedingung, dass das Leben der höheren Thiere keinen Augenblick besteht ohne Athmen, ohne die mit dem Athmen verbundenen Veränderungen des Blutes und ohne den Einfluss dieses Blutes auf die Organe. Die Zufuhr der Nahrungsmittel kann eine geraume Zeit lang fehlen, z. B. bei den Amphibien, die Aufnahme von neuen Nahrungsstoffen aus dem Blute in die Organe fehlen, aber jene andere Veränderung, welche das Blut in den Organen durch das Athmen hervorbringt, kann bei den Amphibien nur eine kurze Zeit, und bei den Menschen nur einige Secunden fehlen. Die Wärme endlich, vorzüglich dann wichtig, wenn das thierische Wesen Anfangs selbst noch keine Wärme zu bilden vermag, überhaupt aber für alle organische Wesen, Pflanzen und Thiere unentbehrlich, scheint auch in die Zusammensetzung der organischen Wesen einzugehen. Denn die organischen Processe erfordern bei jedem Thiere und bei jeder Pflanze eine bestimmte Temperatur; wir wissen auch, dass chemische Processe binärer Verbindungen, indem sie eine gewisse Temperatur erfordern, ein bestimmtes Quantum Wärme für die Bildung neuer Verbindungen absorbiren. Unter dem Einflusse jener Verbindungen, Nahrungsstoff, Wasser, atmosphärische Luft und Wärme, entwickelt sich das organische Wesen aus dem Keim von selbst, indem beständig vorhandene organische Materie zersetzt wird und die Lebenserscheinungen selbst grossentheils die Erscheinungen der beständigen Bindung neuer Stoffe und Zersetzung vorhandener, so wie der Veränderungen in der organisirten Materie sind. Ob auch Electricität zur Entwickelung des Lebens nothwendig ist, ist uns noch ganz unklar.

Nun zeigt sich aber sogleich eine verschiedene Abhängigkeit der lebenden Wesen gegen verschiedene Lebensreize. EDWARDS hat beobachtet, dass neugeborne warmblütige Thiere am meisten äussere Wärme nöthig haben, und ohne dieselbe nicht leben können, während diese Thiere viel länger ohne zu athmen lebend unter Wasser zubringen, als Erwachsene. EDWARD'S *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Vergl. LEGALLOIS *Exp. sur le principe de la vie.* Das erwachsene Thier ist durch die Lebensverhältnisse seiner Art und Gattung auf eine gewisse äussere Temperatur und daher auf eine gewisse geographische Verbreitung zu seinem Gedeihen angewiesen.

Die kaltblütigen Thiere entbehren die Reize am längsten. Mollusken, Insecten, Scorpione, Schlangen und Schildkröten leben Monate lang ohne Nahrung, während der Mensch im gesunden Zustande kaum über eine Woche hungernd ausdauert. Mehrere Insecten leben Tage lang in mephitischen Gasarten, die Oestruslarve z. B. lange Zeit in irrespirabler Luft nach den Versuchen von SCHROEDER VAN DER KOLK. Mollusken hat man 24 Stunden unter der Luftpumpe erhalten. Die Amphibien leben sehr lange ohne zu athmen, in luftlosem Wasser, nach SPALLANZANI und EDWARDS z. B. einige Stunden, in lufthaltigem Wasser 10—20 Stunden, und Frösche, denen ich die Lungen exstirpirt, lebten noch 30 Stunden. Indessen gehören die vielen Erzählungen von lebend gefundenen Kröten u. s. w. in Marmorblöcken, in Bäumen, wohl zu den Täuschungen und zum physikalischen Aberglauben, wenn gleich HERISSANT und EDWARDS Amphibien in Gyps eingeschlossen, einige Zeit lebend erhielten. EDWARDS hat sich überzeugt, dass Gyps für atmosphärische Luft durchdringlich ist, daher Amphibien in Gyps und Quecksilber eingeschlossen so schnell wie bei der Submersion in Wasser starben. EDWARDS in MECKEL'S *Archiv.* 3. 617. Vergl. BUCKLAND, FRORIEP'S *Notizen.* 33. *Bd.*

Die Complication der Organbildung erhöht das abhängige Verhältniss der Organe von einander, daher einfache Thiere nach Verletzungen länger leben als höhere Thiere. Der Scheintod lässt bei niederen Thieren viel leichter Wiederaufleben zu. SPALLANZANI, FONTANA, SCHULTZE sahen vertrocknete Räderthierchen selbst nach langer Zeit durch Wasser wieder aufleben. Dasselbe haben STEINBUCH und BAUER von den Vibrionen der kranken Samen des Weizens und einer Agrostis gesehen, als die Samen nach Jahren wieder befeuchtet wurden. Die grössten Verletzungen lassen bei Amphibien noch lange Zeit Zeichen des Lebens zurück, und bekannt ist die lange dauernde Reizbarkeit in Muskeln und Nerven dieser Thiere. Auch bei jungen Thieren sind wahrscheinlich wegen der grössern Einfachheit die Lebenszeichen ausdauernder *).

*) Ich sah lebende Kaninchen-Fötus, aus dem Uterus genommen, 15 Minuten in der Luftpumpe ausdauern. LEGALLOIS bemerkt, dass, wenn man Thiere nach der Geburt am 1. 5. 10. und so fort bis 30. Tage durch Untertauchen in Wasser, Ausschneiden des Herzens, Eröffnung der Brust zu tödten sucht, die Dauer der Sensibilität alle 5 Tage kürzer wird, so dass sie z. B. nach der Geburt 15 Minuten, am 30. Tage

c. Vergänglichkeit der organischen Körper.

Die organischen Körper sind vergänglich, indem sich das Leben mit einem Schein von Unsterblichkeit von einem zum andern Individuum erhält, vergehen die Individuen selbst, aber mit der Vertilgung aller Individuen stirbt auch eine Pflanzen- oder Thierspecies aus, wie die Geschichte der Erde beweist. Die organische Kraft ergiesst sich gleichsam in einem Strom von den producirenden Theilen aus in immer neue producirte, während die alten absterben. AUTENRIETH sagt: „Nur diejenigen organischen Körper, welche durch Ausläufer, wie die kriechenden Pflanzen, oder wie manche Bäume durch abwärts gesenkte Zweige immer wieder neue Wurzeln schlagen, sterben nicht. Bei diesen ist in einer gewissen Zeit der neue Sprosse jedesmal zugleich ein Theil des alten organischen Körpers und ein neuer für sich bestehender. Immer aber stirbt auch bei diesen Pflanzen der alte Stamm nach und nach ab, und die Lebenskraft wirkt nur in dem neuen Sprossen fort, der auf der einen Seite ebenfalls sich wieder verlängert, um auf der andern Seite immer wieder abzusterben. Was hier in einem Zusammenhange geschieht, nämlich das Absterben auf einer Seite und die Bildung eines neuen fortlebenden Körpers auf der andern, das geschieht abgebrochen beim Menschen und den vollkommenen Thieren. Das Kind löst sich als neuer fortdauernder Körper von der Mutter früher ab, als diese stirbt, und diese stirbt auf einmal, während die Species unsterblich scheint.“ AUTENRIETH *Physiol.* 1. 112. Die Frage, warum die organischen Körper vergehen, und warum die organische Kraft aus den producirenden Theilen in die jungen lebenden Produkte der organischen Körper übergeht und die alten producirenden Theile vergehen, ist eine der schwierigsten der ganzen allgemeinen Physiologie, und wir sind nicht im Stande, das letzte Räthsel zu lösen, sondern nur den Zusammenhang der Erscheinungen darzustellen. Es würde ungenügend sein, hierauf zu antworten, dass die unorganischen Einwirkungen das Leben allmälig aufreiben; denn dann müsste die organische Kraft vom Anfang eines Wesens schon abzunehmen anfangen. Es ist aber bekannt, dass die organische Kraft zur Zeit der Mannbarkeit noch in solcher Vollkommenheit besteht, dass sie sich in der Keimbildung multiplicirt. Es muss also eine ganz andere und tiefer liegende Ursache seyn, welche den Tod der Individuen bedingt, während sie die Fortpflanzung der organischen Kraft von einem Individuum zum andern und auf diesem Wege ihre Unvergänglichkeit sichert.

Man könnte auch behaupten, dass die zunehmende Gebrechlichkeit der organischen Körper im Alter durch die zunehmende Anhäufung gewisser zersetzter Stoffe in ihnen entstehe, deren

$2\frac{1}{2}$ Minute beträgt. Dasselbe beobachtete LEGALLOIS in Hinsicht der Dauer des Kreislaufs nach Zerschneidung der Medulla spinalis, Amputation des Kopfes. Alle diese Erscheinungen erklären sich völlig aus dem Satze, dass, je entwickelter die Theile eines Ganzen sind, desto abhängiger sie von einander seyn müssen.

Wahlverwandtschaft sich mit der Lebenskraft in Gleichgewicht setzte; allein auch dann müsste die organische Kraft von Anfang an abnehmen. So erklärt Dutrochet das Alter aus der zunehmenden Anhäufung von Sauerstoff im thierischen Körper. Allein dieser Anhäufung fehlt der Beweis. Wir sind hier bloss im Stande, den Zusammenhang der Erscheinungen mit der Entwickelung darzustellen. Vergleicht man den Keim eines organischen Wesens mit seinem Zustande im höchsten Alter, so besteht das Ganze, welches nach Kant die Existenz der einzelnen Theile bedingt, im höchsten Alter fast bloss in der Wechselwirkung der einzelnen Theile und ihrer Kräfte, ähnlich einem Mechanismus, der bloss durch die Wechselwirkung seiner Theile erhalten wird. In dem Keim dagegen ist die Kraft, welche den Grund zur Production aller Theile enthält, noch unvertheilt vorhanden. Das organische Princip ist im Keim gleichsam im Zustande der grössten Concentration. Die Entwickelungsfähigkeit ist jetzt am grössten, die Entwickelung am geringsten. Hat nun jene Kraft eine Zeitlang gewirkt, ist der Organismus bis über die Jugend entwickelt, so haben wir nicht mehr ein Einfaches mit der unvertheilten Kraft des Ganzen vor Augen, sondern ein Mannigfaltiges mit vertheilten Kräften. Je mehr aber die Kraft des Ganzen vertheilt ist, je weniger noch unverwandte organische Kraft vorhanden, um so mehr scheint der Organismus die Fähigkeit zu verlieren, durch den Einfluss allgemeiner Lebensreize belebt zu werden, um so geringer wird gleichsam die Affinität zwischen der organischen Materie und den allgemeinen Lebensreizen, welche das Leben gleich der Flamme anfachen, daher nach vollendeter Entwickelung, wenn das unsterbliche Leben gesichert sein soll, die Erzeugung eines Keimes nöthig ist, der wegen der noch unvertheilten Kraft, auch gleichsam noch die grösste Affinität zu den Lebensreizen besitzt, die in dem Maasse abnimmt, als der Organismus sich entwickelt. Diess sieht einer Erklärung gleich, im Grunde ist es aber nur eine Darstellung des Zusammenhangs der Erscheinungen, von welcher nicht bestimmt behauptet werden kann, dass sie richtig ist.

Wir wenden uns nun zur zweiten Frage, warum auch die Materie beständig während des Lebens eines organischen Körpers vergänglich ist und durch neue organische Materie ersetzt werden muss? Diess ist weniger bei den Pflanzen der Fall und zeigt sich wenigstens vorzugsweise nur in dem allmähligen Absterben älterer Blätter, dahingegen das einmal gebildete, wie Tiedemann bemerkt, lange keinem Stoffwechsel unterworfen ist, sondern eine Zeitlang in seiner Mischung beharrt. In den Thieren zeigt sich dagegen ein beständiger Wechsel der Stoffe. Tiedemann leitet indess diesen Unterschied davon ab, dass in den Thieren Kraftäusserungen vorkommen, welche Veränderungen in dem materiellen Substrate der Organe hervorbringen, wie es mit der Wirkung der Nerven der Fall zu seyn scheine. *Physiol.* 1. 376.

Sniadecki hat sich mit der Auflösung dieser Frage in seinem ausgezeichneten Werke, *Theorie der organischen Wesen, aus dem Polnischen, Nürnberg* 1821, besonders beschäftigt.

Sniadecki nennt die Materien, welche zur Nahrung der organischen Körper dienen können, die belebungsfähigen Materien. Die Belebungsfähigkeit dieser Materien ist aber eine ganz allgemeine; sie ist aller Formen gleich fähig, so lange nicht bestimmte Einflüsse auf sie wirken, und eben darum ohne bestimmte Form. Die organische Materie strebt also, wie Sniadecki sich ausdrückt, im Allgemeinen zum Leben und zur Organisirung. Sobald aber ein gewisser Theil derselben unter die Gewalt irgend eines Individuums geräth, ertheilt die individuelle Kraft diesem allgemeinen Streben eine gewisse Richtung; daher kommt die individuelle und örtliche Gestalt und die Gattung und Art des Lebens. Jede besondere Organisation ist also nach Sniadecki der Erfolg zweier Bestrebungen, einer allgemeinen, welche in der Materie selbst statt hat, vermöge welcher gewisse Stoffe zum Leben und zur Organisirung im Allgemeinen streben, und einer zweiten besondern, welche in den Individuen stattfindet, welche die Art eines solchen Lebens und die Form der Organisation bestimmt. Dieses Theilchen der belebbaren Materie also, welches die Wirkung einer gewissen individuellen Kraft zum Theil oder ganz erfahren hat, und welches in dem Maasse belebt ist, muss, weil es deshalb nicht aufgehört hat, belebbar zu seyn, vermöge dieser Eigenschaft zum weitern Leben streben und zur Annahme aller anderen organischen Formen, nur diejenige ausgenommen, welche es schon besitzt. Vergleicht man es also mit ganz unorganisirter belebbarer Materie, welche nach allen Formen gleich strebt, so muss es offenbar weniger belebbar seyn als diese. Jede Verminderung seiner Belebbarkeit muss gleich seyn dem Streben, welches es zur Annahme dieser besondern Form hatte, in welcher es sich befindet, weil dieses besondere Streben schon gesättigt und gestillt ist.

Sniadecki schliesst hieraus: dass die Belebungsfähigkeit der Materie in den Individuen für diese im umgekehrten Verhältniss der organischen Kraft ist, deren Einwirkung die Materie schon erfahren hat, oder die Materie, welche in die organischen Wesen gelangt, und theils von ihnen im Zustande der organischen Verbindung aufgenommen, wie von Thieren, theils darin verwandelt wird, wie von Pflanzen, verliert eigentlich so viel an Belebungsfähigkeit, als sie an individueller Kraft gewinnt, folglich in dem nämlichen Verhältniss, in welchem sie eine gegebene Gestalt annimmt, verliert sie die Fähigkeit zu derselben. Sobald sie also vollkommen organisirt wird und die ganze individuelle Kraft erleidet, wird sie auch aller Lebensfähigkeit in Hinsicht dieses Individuums beraubt. Sobald dieses erfolgt, verliert die organische Kraft ihre ganze Gewalt über dieselbe, und diese Materie wird mitten in dem lebenden Körper nicht belebbar und unthätig, und folglich nur tauglich seyn, um aus dem Körper geworfen zu werden. Auf diese Art erklärt Sniadecki den ewigen Wechsel der organisirbaren Materien in den organischen Körpern.

Nimmt man diese Erklärung an, so lassen sich ohne Zweifel die allgemeinen Vorgänge in den organischen Körpern weiter erklären, wie Sniadecki mit wunderbarer Einfachheit und Consequenz gethan hat. Indessen lassen sich gegen die Triftigkeit die-

ser Sätze gegründete Einwürfe machen. Nach Sniadecki ist das einzig Wesenhafte in den organischen Körpern nicht die organisirte Materie, sondern die organische Kraft. Diese äussert sich so lange, als sie organisirt, d. h. als nicht organisirte Materie vorhanden ist; das Organisirte selbst besitzt keine organische Kraft, und ist als Excrement untauglich. Allein nach dieser Ansicht müssen die excrementiellen Stoffe den Charakter der vollkommenen Organisation an sich tragen, und für andere organische Wesen und ihre individuelle Kraft sogleich wieder organisationsfähig sein. Dies ist nicht der Fall. Die allgemeinsten Excremente sind der Harn und die Kohlensäure, welche beim Athmen ausgeschieden wird. Allein diese Materien sind für thierische Wesen gar nicht mehr organisirbar, sie sind zersetzte Thierstoffe. Es lässt sich viel angemessener annehmen, dass das von einem organischen Körper Organisirte in dem Maasse zugleich theilhaftig der organisirenden Kraft wird, als es organisirt wird. Die organisirende Kraft ist in vielen einfachen organischen Wesen theilbar, indem die organisirte Materie getheilt wird. Dies führt ganz zum entgegengesetzten Grundsatz von Sniadecki. Letzterer behauptet, die Materie verliert an Fähigkeit zu leben, in dem Maasse, als sie belebt wird. Wir sagen, die Materie ist in dem Maasse belebt, als sie die belebende Kraft erfahren hat, sie ist belebend in dem Maasse, als sie schon belebt ist, sie äussert die belebende Kraft auf andere Materien, sie äussert sie aber nur unter Einwirkung gewisser Lebensreize, welche, indem sie sich auch mit den organisirten Theilen verbinden, andere Stoffe ausscheiden. Indess gewisse Lebensreize, z. B. beim Athmen an das Blut übergehen, dann auf die organischen Theile einwirken, wird die Affinität zwischen gewissen Theilen der organisirten Materie und dem Lebensreiz des Blutes grösser, als zwischen den Theilen der organisirten Materie unter sich. Die Belebung der organisirten Materie durch eine Art, die mit Ausscheidung verbunden ist, macht sie wieder zur Aufnahme von Nahrungsstoffen fähig; aber in dem Maasse, als eine Materie belebt wird, erhält sie die Fähigkeit, selbst andere Materien zu beleben und zu organisiren, sie wird nicht Excrement, sondern der organisirenden Kraft der vorhandenen Materie theilhaftig.

Die Ursache, warum beständig organische Materien in den organischen Körpern zersetzt und ausgeworfen werden, könnte man auch auf den ersten Blick in folgendem Umstande suchen. Die Verwandlung der Nahrungsmittel in Nahrungsstoff kann die Ausscheidung gewisser Stoffe bedingen, welche ein Uebergewicht unbrauchbarer Elemente enthalten. So sondern die Pflanzen, indem sie Kohlensäure und Wasser in eine ternäre Verbindung zu Pflanzenstoff umwandeln, überflüssigen Sauerstoff aus. Bei den Thieren sind die Hauptexcretionsstoffe, welche vollends unbrauchbar sind, nur Kohlensäure und Harn. Die Thiere scheiden zwar fast eben so viel Materie aus, als sie aufnehmen, allein ein Theil davon sind reine unbrauchbare Excreta, viele sind zu besonderen Zwecken bestimmt, oder werden zufälliger Weise mit ausgeführt, wie der Darmschleim, vielleicht auch die Galle. Die Darmexcre-

mente bestehen selbst wieder zum Theil aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln. Dagegen werden Kohlensäure und Harn nicht allein aus den organisirten Theilen ausgeschieden, sondern sind auch rein unbrauchbar. Nun ändert sich zwar die Beschaffenheit des Harns nach den Nahrungsmitteln, und der Harn scheidet also offenbar auch noch unbrauchbare Theile der genommenen Nahrung ab, ehe sie ganz organisirt wird. Allein die Bestandtheile des Harns werden doch bei Thieren, die gar keine Nahrung zu sich nehmen, und wie manche Amphibien, Schlangen und Schildkröten, Monate lang hungern, nicht verändert. Es ist also gewiss, dass durch den Harn aus den schon organisirten Stoffen der Thiere unbrauchbare Theile ausgeschieden werden, und dass das Leben Materie unbrauchbar macht. So bilden ja auch die Puppen der Insekten zur Zeit ihrer Verwandlung, wo sie gar nichts zu sich nehmen, doch Excretionsstoffe durch die Malpighischen Gefässe, und wir wissen, dass diese Gefässe Harnsäure ausscheiden. So scheidet auch der Embryo der höheren Thiere ein besonderes Excretum durch die Wolff'schen Körper ab, noch ehe die Nieren in Function treten.

Was aber die Wechselwirkung der thierischen Körper mit der atmosphärischen Luft betrifft, so haben wir zwar noch keine entfernt begründete Vorstellung über die Ursachen dieser für das Leben so nothwendigen Verknüpfung; aber die Hypothese, dass durch das Athmen die noch fehlenden Elemente zur Bildung von Thierstoff hinzutreten, oder die überflüssigen zu dieser Bildung abgeschieden werden, widerlegt sich sogleich aus dem Factum, dass die meisten Thiere den Thierstoff schon gebildet aufnehmen, dass die Amphibien doch athmen, Sauerstoff der Atmosphäre verzehren, und Kohlensäure ausathmen, wenn sie auch keine Nahrung Monate lang zu sich nehmen.

Die beständigen Ausscheidungen, welche der Lebensprocess auch ohne die Zufuhr von Nahrungsstoffen bewirkt, Kohlensäure und Harnstoff (und Harnsäure), sind unfähig andere thierische Wesen zu ernähren; die Kohlensäure ist bereits eine durch Zersetzung von Thierstoff entstandene binäre Verbindung, der Harnstoff steht einer binären Verbindung sehr nahe, oder ist selbst vielleicht schon binäre Verbindung, wenigstens ist seine Entstehung aus cyanichtsaurem Ammonium, wie Woehler zeigt, überaus leicht. Da diese Excretionen fort und fort auch ohne alle Zufuhr von Nahrungsmitteln stattfinden, so folgt nothwendig, dass das Leben an und für sich mit einer beständigen Zersetzung schon organisirter Stoffe verbunden ist. Diess ist auch nicht anders möglich, wenn es wahr ist, was vorher bewiesen worden, dass die organische Kraft in einem thierischen Wesen sich nur so lange äussert, als gewisse Lebensreize beständig materielle Umwandlungen in den lebenden Theilen bewirken, wovon die Lebenserscheinungen nur die Erscheinungen sind, wie das Feuer die Erscheinung der materiellen Umwandlung bei der Verbrennung. Der Antrieb zu diesen materiellen Umwandlungen geschieht durch das Athmen; das durch das Athmen beständig veränderte Blut bewirkt wieder beständig materielle Umwandlungen in den Or-

ganen; aus schon gewesenen Bestandtheilen der Organe kommen die allgemeinen Zersetzungsproducte, Kohlensäure und die an Stickstoff überaus reichen Bestandtheile des Harns, Harnstoff und Harnsäure, und diese den Lebensprocess begleitende Zersetzung der organischen Materie macht wieder die Zufuhr neuer Nahrungsstoffe nöthig, welche die organisirende Kraft erfahren. Ein organisirter Theil zeigt nur so lange Lebenserscheinungen, und organisirt so lange nur andere Materien, als er beständig in seiner Ruhe durch neue Aeusserungen organischer Affinität zwischen dem Blute und den Bestandtheilen der Organe angeregt wird, wovon die Zersetzung gewisser Theile der Organe bedingt ist, die wieder ersetzt werden durch die Wirkung der organischen Kraft auf die neuen Nahrungsstoffe.

d. Quellen der organischen Materie und der organischen Kräfte.

Die Nahrungsstoffe der Thiere sind schon organisch zusammengesetzte Materien der Thiere und Pflanzen; die Nahrungsstoffe der Pflanzen sind zwar auch Stoffe von Pflanzen und Thieren, im nicht ganz zersetzten Zustande, aber in diesem Zustande werden sie nicht von den Pflanzen aufgenommen, vielmehr erst nachdem sie in binäre Verbindungen, kohlensaures Ammoniak, übergegangen sind. Die Nahrungsmittel der Pflanzen sind Kohlensäure, Ammoniak und Wasser. Dass die Kohlensäure die Pflanzen nähre, ist durch Priestley, Ingenhouss, Senebier, De Saussure bewiesen. Die Blätter und grünen Theile der Pflanzen saugen kohlensaures Gas ein und hauchen Sauerstoffgas aus, hiermit und mit der Aufnahme von Wasser nimmt die Pflanze an Gewicht zu. Die Blätter besitzen das Vermögen der Aufnahme der Kohlensäure und Ausscheidung von Sauerstoff auch dann noch, wenn sie von der lebenden Pflanze getrennt sind. Wenn Pflanzen bei einer blossen Nahrung von Kohlensäure nur kümmerlich gedeihen, selten blühen und fructificiren, so ist diess nach Liebig's Bemerkung leicht erklärlich, da die Pflanzen auch Salze und eine stickstoffhaltige Verbindung, Ammoniak zu ihrer Ausbildung und zur Bildung verschiedener Theile bedürfen. Man hat lange angenommen, dass der aus der Zersetzung vegetabilischer Stoffe in der Erde sich bildende Humus und die Humussäure den Hauptnahrungsstoff der Pflanznn bilden. Diese Ansicht ist durch Liebig in seiner *organischen Chemie. Braunschweig,* 1840., einem Werke, welches diesen Theil der Wissenschaft gänzlich reformirt hat, und nicht minder wichtig für die thierische Physiologie geworden ist, widerlegt. Schon die Thatsache, dass einem Walde, einer Wiese eine ansehnliche Quantität von Kohlenstoff in der Form von Holz und Heu jährlich entzogen wird, dass aber diese Menge nicht bloss immer neu zuwächst, dass vielmehr der Boden reicher an Kohlenstoff durch Vermehrung des Humus wird, weist die wahre Quelle des Kohlenstoffs der Pflanzen in der Kohlensäure nach. Sie wird theils von Thieren ausgehaucht, theils durch die Zersetzung thierischer und pflanzlicher Stoffe frei; die Blätter nehmen

sie aus der Luft, in der die Thiere leben, die Verbrennungen und Verwesungen vor sich gehen, die Wurzeln mit Wasser aus dem Boden auf. Die Quelle des Stickstoffs der Pflanzen ist zufolge LIEBIG's Untersuchungen das durch die Zersetzung thierischer Stoffe sich bildende Ammoniak. Der Stickstoff der Luft kann nicht selbst in den Assimilationsprocess der Pflanzen und Thiere eingehen, da er durch die gewaltsamsten chemischen Processe nicht befähigt wird, eine Verbindung mit irgend einem Elemente ausser dem Sauerstoff einzugehen. Ein wohlbewirthschaftetes Gut, das in sich selbst die Mittel hat, sich ohne Zufuhr von aussen zu erhalten, vermehrt, wie LIEBIG bemerkt, die Summe von Stickstoff, die es in der Form von Menschen, Thieren, Getreide, Früchten, Excrementen besitzt, fort und fort. Jedes Jahr werden die Producte dieser Oeconomie in der Form von Getreide und Vieh ausgeführt. Diese Vermehrung von Stickstoff in letzter Instanz durch die Pflanzen des Gutes kann nur in der Atmosphäre ihre Quelle haben. Das durch die Verwesung von Millionen von Thieren und Menschen sich bildende Ammoniak ist die Quelle dieses Stickstoffs. Es ist in der Atmosphäre in Gasform enthalten, mit jeder Condensation des Wasserdampfes zu tropfbarem Wasser muss sich alles Ammoniak verdichten, der Regen bringt es zur Erde, und alles Regenwasser enthält Ammoniak.

Die Thatsache, dass die Pflanzen sich nicht aus schon vorhandenen organischen Verbindungen, sondern aus binären, Kohlensäure, Ammoniak, Wasser nähren und sie in organische Materie umwandeln, ist für die allgemeine Physiologie der organischen Wesen von der grössten Wichtigkeit. Hierdurch wird die Erhaltung des Nutrimentes der Thiere und der innige Zusammenhang der organischen Natur mit der unorganischen einsichtlich. Durch die Thiere wird fort und fort eine grosse Menge organischer Materien zersetzt, die wenigstens für die Thiere unbrauchbar und von den Pflanzen erst in brauchbare organische Combinationen umgewandelt werden. Da nun beständig durch Verbrennen und andere Zersetzung eine ungeheure Menge gebildeter Pflanzenmaterien in binäre Combinationen und in die Elemente zerlegt wird, so würde das Nutriment der belebenden Thiere und Pflanzen immer kleiner werden, wenn die Pflanzen nicht wirklich das Vermögen besässen, wieder neue organische Materie aus Elementen und binären Combinationen zu bilden. Man kann also nach allem Vorhergehenden nicht annehmen, dass bloss die einmal vorhandene organische Materie in der Pflanzen- und Thierwelt circulirt, indem sie aus einem Wesen in das andere übergeht. Die unaufhörliche Zerlegung organischer Körper setzt die Bildung von neuer organischer Materie aus binären Combinationen und Elementen durch die Pflanzen voraus.

Nun wird die organische Kraft bei dem Wachsthum und der Fortpflanzung der organischen Körper multiplicirt, denn aus einem Wesen entstehen viele andere, und aus diesen wieder viele andere, während auf der andern Seite die organische Kraft der sterbenden organischen Körper zu Grunde zu gehen scheint. Da aber die organische Kraft nicht etwa bloss aus einem Individuum in

das andere übergeht, da vielmehr eine Pflanze, nachdem sie jährlich die Keime von sehr vielen neuen Producenten gleicher Art erzeugt, immer noch fähig zu derselben Production, Producent bleiben kann, so scheint die Quelle der Vermehrung der organischen Kraft auch in der Organisation neuer Materien zu liegen, und diess zugegeben, müsste man den Pflanzen das Vermögen zuschreiben, indem sie neue organische Materien aus unorganischen Stoffen unter dem Einflusse des Lichts und der Wärme bilden, auch die organische Kraft aus unbekannten Ursachen der Aussenwelt zu vermehren, während auch die Thiere die organische Kraft aus den Nahrungsmitteln unter dem Einfluss der Lebensreize wieder erzeugen, und auch bei der Fortpflanzung vereinzeln können. Ob bei der Ausübung des Lebens ausser der beständigen Zersetzung von Stoffen auch organische Kraft beständig und wie sie verloren geht, ist gänzlich unbekannt. So viel scheint aber gewiss, dass beim Sterben der organischen Körper die organische Kraft wieder in ihre allgemeinen natürlichen Ursachen aufgelöst wird, aus denen sie von der Pflanze regenerirt zu werden scheint. Wollte man die Vermehrung der organischen Kraft aus unbekannten Quellen der Aussenwelt in den einmal vorhandenen organischen Körpern nicht zugeben, so müsste man annehmen, dass die scheinbare unendliche Multiplication der organischen Kraft bei dem Wachsthum und der Fortpflanzung bloss eine Evolution ineinander eingeschachtelter Keime sey, oder man müsste das Unbegreifliche annehmen, dass die beim Fortpflanzen stattfindende Theilung der organischen Kraft die Intensität derselben nicht schwäche. Immer aber würde die Thatsache übrig bleiben, dass beständig bei dem Sterben der organischen Körper organische Kraft unwirksam oder in ihre allgemeinen physischen Ursachen aufgelöst wird.

III. Von dem thierischen Organismus und von dem thierischen Leben.

a. Uebereinstimmung und Verschiedenheit der Pflanzen und Thiere.

Entwickelung, Wachsthum, Reizbarkeit, Fortpflanzung, Vergänglichkeit sind allgemeine Erscheinungen und Eigenschaften aller organischen Körper und Folgen der Organisation; allein nur die thierischen Körper zeichnen sich durch den Besitz anderer Eigenschaften aus, die man darum vorzugsweise *animalische* Eigenschaften im Gegensatz der allgemeinen *organischen* nennen kann. Hierunter sind das Vermögen zu empfinden und sich willkürlich zu bewegen die vorzüglichsten. Man kann zwar den Pflanzen die Bewegung nicht ganz absprechen, denn ihre Organisation ist mit unmerklichen Bewegungen begleitet, es findet Saftbewegung in ihnen statt; sie wenden sich nach dem Lichte, die Wurzeln wachsen nach dem bessern Boden hin, Pflanzen ranken entlang

den Körpern, die ihnen eine Befestigung darbieten können, ihre Staubfäden neigen sich zum Griffel zur Zeit der Befruchtung hin; ja viele Pflanzen, besonders Mimosen, zeigen in den Blattstielen eine durch Reize bedingbare Bewegung, wobei sich das allgemeine Gesetz wiederholt, dass organische Theile von gewissen reizbaren Eigenschaften diese auf sehr verschiedene Reize auf gleiche Art äussern. Denn mechanische, galvanische, chemische Einflüsse, wie Weingeist, mineralische Säuren, Aether, Ammoniak, Wechsel der Temperatur, der Erleuchtung, bringen denselben Erfolg hervor; Treviranus *Biologie* 5, 201—229. Endlich zeigt sich bei *Hedysarum gyrans* ausser dem allgemeinen Einflusse des Lichtes auf die Bewegung des mittlern Blattes ein unaufhörliches Erheben und Senken der kleineren Nebenblätter, selbst ohne das äussere Reize die Phänomene bedingen; auch einige der niedersten Pflanzen, wie die Oscillatorien, bewegen sich beständig pendelartig.

Die Bewegungen der Staubfäden und Blattstiele haben zu viel Aehnlichkeit mit der Reizbarkeit der Muskeln, um sie nicht damit zu vergleichen. Lindley und Dutrochet haben den Sitz der Reizbarkeit bei den Mimosen in der Rindensubstanz eines Wulstes an den Gelenken der Blattstiele erkannt, der nur den reizbaren Mimosen eigen ist. Alle Bewegung hörte auf nach dem Abtragen dieses Organes, nach dem Abschneiden der obern Hälfte des Wulstes erfolgte noch Aufrichten, aber nicht mehr Senken. Hiernach glaubt Dutrochet, dass Heben und Senken durch entgegengesetzte Krümmungen in der Rinde des Wulstes entstehen. Auf diese Art soll sich ein Blatt erheben, wenn die Rinde der untern Hälfte des Wulstes convexer als die der obern Fläche wird, und sich senken, wenn die Krümmung der Rinde in der obern Hälfte zunimmt. Die Blätter der Pflanzen erheben sich auch und legen sich zusammen in dem sogenannten Schlafe der Pflanzen. Diese Stellung scheint wegen Mangel des Lichtreizes auf der Lichtseite der Blätter zu erfolgen, so dass die entgegengesetzte Seite vom Lichte weniger abhängig das Uebergewicht erhält.

Es giebt also in den Pflanzen ähnliche Organe, entweder wie die Muskeln, oder wie die durch Saftströmung erectilen Theile bei den Thieren; allein die thierischen Bewegungen erfolgen nicht bloss durch Wirkungen des Reizes auf reizbare Theile, sondern aus innern Bestimmungen von nicht beweglichen Theilen, den Nerven, auf bewegliche. Dutrochet hat zwar gesehen, dass, wenn er bei Mimosen den Focus eines Brennglases auf ein einzelnes Blatt richtete, der Eindruck sich nach und nach auf die übrigen Zweige und Blätter fortpflanzte, und er betrachtet die falschen Tracheen als die Organe der Leitung. Als solche können aber eben so gut die einfachen Pflanzenzellen angesehen werden, und es giebt auch bei den Thieren Erscheinungen der Mittheilung von Zuständen völlig unabhängig von den Nerven und bewirkt durch die Wechselwirkung der den Pflanzenzellen vergleichbaren Gewebetheilchen.

Das Bewegungsvermögen der Thiere hat aber auch das Ausgezeichnete, dass die Bewegungen zum Theil nicht bloss durch die zweckmässige Organisation des Ganzen, sondern durch Zwecke,

welche ein einzelnes Organ, nämlich das Organ der Seelenäusserungen, bestimmt, veranlasst werden, d. h. dass sie willkürlich sind. Anderseits muss man Reizbarkeit nicht mit Empfindlichkeit verwechseln. Die Pflanzen sind reizbar, aber nicht empfindlich; so sind die Muskeln auch vom Körper getrennt noch reizbar, aber nicht empfindlich. Dass aber Empfindung in den Pflanzen stattfinde, kann ohne Aeusserungen des Bewusstseyns nicht statuirt werden. Aeusserungen von Empfindung und willkürliche Bewegung sind das einzige charakteristische Merkmal der einfachsten Thiere. Zusammengesetzte Thiere haben oft eine ästige und vegetabilische Form und sitzen mit dem Stamme im Boden; die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Polypen, die willkürlichen Bewegungen jedes Polypen des gemeinsamen Stammes zeigen aber nur eine *organisatio animalis multiplicata* und nichts Pflanzliches. Die Bewegungen der Infusorien sind frei und willkürlich. Wenn daher immer gewisse einfache organische Wesen, die *Spongien* und mehrere sogenannte *Alcyonien*, in Hinsicht ihrer vegetabilischen oder animalischen Natur zweifelhaft scheinen, so muss der Mangel aller willkürlichen Bewegung des Ganzen oder der einzelnen Theile entscheiden, und diese müssen besser zu den vegetabilischen Seegebilden gezählt werden. Hiergegen lässt sich zwar erinnern, dass der Embryo der *Spongien* nach Grant (*Edinb. philos. Journal. Vol. XIII. p.* 382.), gleich dem Embryo der Polypen und Corallen, durch Wimpern Bewegungen äussert, allein wir haben keine hinreichenden Unterscheidungsmerkmale zwischen dem Embryo der Spongien und Infusorien des Meeres, dann aber hat man schon vielfach an dem Embryo wahrer Vegetabilien, wie der *Algen*, solche Bewegungen beobachtet. Solche Beobachtungen hat Trentepohl an *Conferva dilatata β. Roth* (*Ectosperma clavata Vauch.*) und G. R. Treviranus an *Conferva limosa Dillw.* gemacht, *Biologie T.* 4. *p.* 634. Neuerdings hat Unger (*Nov. act. acad. nat. cur. T. XIII. p.* 2. *p.* 789.) dieselben Beobachtungen mit Beachtung aller Uebergänge an *Conferva dilatata* wiederholt, und es scheinen, wie auch G. R. Treviranus gegen die von Vaucher gemachte Vermuthung einer Täuschung durch Infusorien behauptet, jene anfangs beweglichen Keimkörner wieder in *Algen*, von denen sie gekommen, überzugehen. Siehe Treviranus *Biol. T.* 4. *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens, p.* 51 und 183. Hieher gehören auch die *Zoocarpées* von Bory St. Vincent, die als gegliederte Fäden infusorienartig sich bewegende Keimkörner ergiessen, welche dann wieder vegetabilisch werden und die er mit der ganzen Zunft *Arthrodiées* zwischen Thierwelt und Pflanzen stellt. Die Bewegungen der Eier von Zoophyten durch Wimpern sind nicht für willkürlich zu halten. Die Schwingungen der Wimpern an den athmenden Kiemen einiger niederen Thiere sind dasselbe Phänomen. Nach den Untersuchungen von Nitzsch (*Beiträge zur Infusorienkunde, Halle* 1817.) wären einige vegetabilische und animalische Infusorien sich sehr verwandt. So sollen sich *Bacillaria pectinalis* und andere Arten ganz wie Pflanzen, andere Arten der Gattung wie Thiere verhalten. Ehrenberg dagegen hat die thierische Natur der Bacillarien durchgängig nachgewiesen und erkennt

eine solche Verwandtschaft beider Reiche nicht an; er bemerkt auch, dass die activen Bewegungen bei Algen nicht die Idee von Thierheit erwecken sollen. Nie hat er einen beweglichen Algensamen die geringste feste Nahrung zu sich nehmen gesehen, und so unterscheidet sich nach Ehrenberg die fruchtstreuende Alge von der sie umschwärmenden Monade, wie der Baum vom Vogel. Poggendorff's *Ann.* 1832. 1. Derselben Meinung ist nach eigenen Beobachtungen R. Wagner, indem er bemerkt, dass die Bewegung jener Keimkörner nicht für thierische gehalten werden könne, wenn sie gleich wunderbarer scheint als die tactmässige Bewegung einiger niederen Vegetabilien, der *Oscillatorien.*

Die Organe, durch welche die Empfindungen und die Bestimmungen zur willkürlichen Bewegung, also die thierischen Verrichtungen der Thiere geschehen, sind das Nervensystem. Von den Nerven zeigen sich die Organe der Thiere in eben so grosser Abhängigkeit, wie die Pflanzen vom Lichte. Man hat bisher Nerven ausser den Wirbelthieren nur bei einem Theile der Wirbellosen verfolgt, und man war sehr einstimmig der Meinung, dass bei den niederen Thieren gar keine Nerven vorhanden seyen, indem die noch einfache Substanz in denselben Partikeln empfindlich, beweglich und verdauend sey. In der That schien die grosse Theilbarkeit der einfachen Wesen hiezu einigermaassen zu berechtigen. Man kannte die Nerven der Infusorien, der Corallenthiere und Polypen, der Acalephen nicht. Ehrenberg hat aber die grosse Entdeckung von der zusammengesetzten Bildung der niedersten Thiere, der Infusorien, gemacht. Ehrenberg *Organisation der Infusionsthierchen. Berlin* 1830. Bei den einfachsten Infusorien hat Ehrenberg den Mund und einen zusammengesetzten Magen, bei andern Mund, Darm und After entdeckt. Bei den vollkommneren Räderthierchen und einigen Infusorien hat Ehrenberg selbst eine Art Zähne am Munde, männliche und weibliche Geschlechtsorgane, Muskeln, Bänder, eine Spur von Gefässen und Nerven und Augenpunkte sehr deutlich beschrieben und abgebildet. Diese Augenpunkte, welche Ehrenberg auch bei den Seesternen und Medusen gefunden, sind für die Controverse von dem Nervensystem der einfachsten Thiere von ganz besonderer Wichtigkeit. Da nun bei den schon viel zusammengesetzteren Planarien eben solche dunkle Augenpunkte am Kopfe, wie bei vielen Ringelwürmern, deren Nervensystem man kennt, vorkommen, und da nach meinen Beobachtungen die schwarzen Augenpunkte einiger Nereiden wirklich eine vom schwarzem Pigmente becherförmig bekleidete Anschwellung der Sehnerven darstellen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass auch die Planarien und überhaupt alle niederen Thiere, die solche Augenpunkte besitzen, Sehnerven und also ein Nervensystem besitzen.

Ueberhaupt ist die Ansicht von der Einfachheit des Baues der sogenannten niedern und kleinsten Thiere nach den Fortschritten der neuern Forschungen und besonders derjenigen von Ehrenberg als widerlegt anzusehen. Ein gewisser Grad von Zusammensetzung kann von keinem Thiere entbehrt werden, empfindende, bewegende, assimilirende Organe haben alle nöthig.

Die Kleinheit setzt der Structur bis in die Elemente der Gewebe keine Grenzen. Vollkommenheit der Organisation muss in allen Classen angenommen werden. Ihre Grade beziehen sich bloss auf die Zahl der Mittel, die zu den Zwecken dienen und auf die Vielseitigkeit der Beziehungen eines Thieres zur Aussenwelt. In dieser Hinsicht kommen Unterschiede in allen Classen vor. Dagegen hat die Natur in der Ausbildung der intellectuellen Fähigkeiten unverkennbare Abstufungen gewährt, und namentlich in den Classen der Wirbelthiere durch die stufenweise Entwickelung des Gehirns und seine Massenzunahme bis zu den Säugethieren und dem Menschen deutlich vor Augen gestellt.

Die Thiere unterscheiden sich nicht allein von den Pflanzen durch das Empfinden und willkürliche Bewegungsvermögen. Diese Attribute modificiren auch nothwendig die übrigen Eigenschaften, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben. Diess hat Cuvier in der Einleitung zur vergleichenden Anatomie sehr schön ausgeführt. Die Gewächse, an den Boden geheftet, absorbiren unmittelbar durch ihre Wurzeln die ernährenden Theile der in sie eindringenden Flüssigkeiten, die Thiere hingegen, die meist nicht an ihren Aufenthaltsort gebunden, ihn vielmehr ganz verändern oder wenigstens als Polypen eines festen Stammes ihre Beute ergreifen, mussten den ihnen zur Ernährung nöthigen Vorrath von Säften mit sich fortnehmen können. Die allermeisten haben eine innere Höhle erhalten, in welche sie die zu Nahrungsmitteln bestimmten Stoffe bringen, und in deren Wänden die einsaugenden Gefässe bei den höheren Thieren wurzeln, welche nach einem sehr passenden Ausdruck Boerhave's wahrhafte innere Wurzeln sind. Bei einigen Thieren fehlt der After, bei anderen ist selbst der Darm zweifelhaft. Doch sollen die Bandwürmer nach Mehlis, gegen die gewöhnliche Annahme, einen gefässartigen, von der engen Mundöffnung beginnenden, bald gabelig getheilten Darm haben. Bei den Echinorynchen soll ein bekannter enger, zweischenkelig gespaltener Canal der Darm seyn. Eine besondere, zur ersten Assimilation bestimmte Höhle ist noch aus einem andern Grunde nothwendig; der Nahrungsstoff der Thiere muss erst aufgelöst werden. Der Nahrungsstoff der Pflanze findet sich gasförmig und flüssig vor, und besteht in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak. Die Thiere müssen ihren Nahrungsstoff, der aus schon vorhandenen organischen Verbindungen besteht, vorbereiten, zerkleinern, auflösen, daher ist die Verdauung eine bloss den Thieren eigene vorbereitende Assimilation der Speisen.

Die Saftbewegung der Pflanzen ist viel einfacher als bei den Thieren, und immer ohne besondere bewegende Organe für die Verbreitung, ohne Herz. In einigen einfachen Pflanzen giebt es eine rotatorische Bewegung des Saftes im Innern von Gliedern oder in Zellen. Corti hat diese Bewegung in der *Chara* entdeckt, Fontana, die beiden Treviranus, Amici, C. H. Schultz, Agardh, Raspail haben sie in den Charen wieder gesehen; Meyen hat eine ähnliche Bewegung in den Zellen der *Vallisneria spiralis* und in den Haaren der Wurzelfasern von *Hydrocharis morsus ranae* entdeckt, und man hat sie unter ähnlichen Umständen in vielen

anderen Fällen gesehen. In den von Saftgefässen durchzogenen höheren Pflanzen hat C. H. Schultz eine fortschreitende Bewegung des Saftes entdeckt. *Ueber den Kreislauf des Saftes im Schöllkraut. Berlin* 1822. C. H. Schultz, *die Natur der lebendigen Pflanzen. Berlin* 1823. *Annales des sc. nat. T. XXII. p.* 75, 79. Nach Schultz ist diese letztere Bewegung ein vollkommener Kreislauf, in den einen Gefässen aufsteigend, in den anderen absteigend, in Queergefässen aber communiciren beiderlei Ströme der verschiedenen Gefässe. Man sieht diese Strömungen in den abgelösten Blättern unter dem Mikroskop. Entscheidend ist die Beobachtung an Blättern, die mit der lebenden Pflanze noch verbunden sind. In den Blättern des Chelidonium, die mit dem lebenden Stamme noch verbunden waren, habe ich selbst entgegengesetzte Ströme gesehen. Der Umstand, dass nach Dutrochet's Beobachtungen in einem aufrecht stehenden dünnen Glascylinder mit Wasser, durch ungleiche Erwärmung an verschiedener Seite, sich eine aufsteigende und absteigende rotatorische Bewegung einstellt, kann nicht die Saftbewegung in den Pflanzen erklären. Die Ursachen der Saftbewegung der Pflanzen sind noch völlig unbekannt. Wimperbewegung im Innern der Gefässe findet nicht statt. Bei den Thieren sind dagegen die Triebfedern des Kreislaufes und der Saftbewegung die Zusammenziehung eines Centralorganes, des Herzens, zuweilen Wimperbewegung. Das Säfteaufsteigen in den Lymphgefässen der Thiere ist von beiden unabhängig und scheint seinen Grund *a tergo* in der Resorption der Lymphgefässanfänge zu haben. Etwas Aehnliches bieten viele Pflanzen in dem Saftaufsteigen durch die Kräfte der Wurzeln dar. Ob vollkommene Circulation ein absolutes Prädicat der Thiere ist, ist noch unklar; wir kennen wenigstens in vielen niederen Thieren bis jetzt weder Herz noch Gefässe.

Einen sehr wichtigen Unterschied bietet die Respiration der Pflanzen und Thiere dar. Bei den Pflanzen und einfachsten Thieren findet die Respiration auf ihrer ganzen Oberfläche statt. Bei den zusammengesetzten Thieren dagegen ist die Oberfläche nicht hinreichend zur Wechselwirkung mit der Atmosphäre, und es bedarf eines Organes, welches im kleinen Raume eine ungeheure athmende Fläche der Atmosphäre darbietet. Allein auch die Producte der Respiration sind im Thier- und Pflanzenreich verschieden.

Bei den Pflanzen besteht die Assimilation zum Theil darin, dass die binären Verbindungen, Kohlensäure (also Kohlenstoff und Sauerstoff) und Wasser (Wasserstoff und Sauerstoff), in ternäre Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff zu Pflanzenmaterie umgewandelt werden. Die Blätter zersetzen die in der Luft enthaltene Kohlensäure so, dass der Kohlenstoff mit einem Antheile des Sauerstoffes sich mit den Pflanzen verbindet, während der grösste Theil des Sauerstoffes an die Luft zurückgegeben wird. In der Nacht aber und im Schatten, im krankhaften und welkenden Zustande nehmen sie einen Theil des Sauerstoffes der Luft auf und dünsten Kohlensäure aus, aber weniger als sie am Tage aufnehmen. Tiedemann's *Physiologie T. I. p.* 273.

Gilby *Edinb. phil. J.* 1821. 7. Nach Liebig's Bemerkung ist das letztere Verhalten im Dunkeln nicht als Lebensact zu betrachten, da sich die lebenden Pflanzen hierbei nicht anders verhalten, als wie es sich auch bei todten Pflanzentheilen ereignet.

Athmen und Assimilation bilden demnach bei den Pflanzen in den Blättern eine einzige Function; das erstere erscheint als eine blosse Correction des letztern. Bei den Thieren sind beide Functionen ganz verschiedenen Organen anvertraut. Die Thiere assimiliren keine luftförmigen Stoffe und keine binären Verbindungen, der durch das Athmen eingeführte Sauerstoff dient aber zur Veränderung der auf anderen Wegen eingeführten organischen Stoffe.

Die Pflanzenwelt und Thierwelt sind sowohl durch die Art ihrer Assimilation als die entgegengesetzte Veränderung, welche sie in der Atmosphäre bewirken, an einander gekettet. Den Thieren sind die Pflanzen nöthig, weil nur diese das Vermögen besitzen, organische Verbindungen aus unorganischen zu erzeugen, und also durch die Pflanzen das neue Material in die grosse Oeconomie der Natur gebracht, welches sodann von den Pflanzen an die pflanzenfressenden Thiere und von diesen wieder an die Fleischfresser gebracht wird. Den Pflanzen dagegen kommen die Zersetzungsproducte der verwesenden Thiere, Kohlensäure und Ammoniak, zu Gute.

Durch das Athmen der Pflanzen verliert die Luft beständig einen Theil der von den Thieren ausgehauchten Kohlensäure, und erhält einen Reichthum von Sauerstoff. Die Thiere athmen wieder ein, was die Pflanzen ausathmen, Sauerstoff. Auf diese Art würde ohne die Pflanzenwelt die Luft für die Thiere irrespirabel werden; durch die Wechselwirkung von Pflanzen und Thieren erhält sich aber die fast absolute Gleichheit der atmosphärischen Luft als eine Zusammensetzung von 79 Theilen Stickstoff und 21 Sauerstoff.

Da nun endlich die Pflanzen nur eine einfache Kraftäusserung, nämlich die Vegetation besitzen, so bedürfen sie, ausser Wurzel, Stengel, Blättern, nicht mannichfaltiger Organe, sondern sie bieten, mit Ausnahme der Fructificationswerkzeuge, durchgängig ähnliche Theile dar, indem sich das einfache Verhältniss von Stengel zu Blättern immer weiter vom Stamme und Theilen des Stammes aus multiplicirt, ja sogar die Fructificationswerkzeuge zeigen sich den Blättern verwandt und bilden sich zuweilen in Blätter um. Da ferner die Pflanzen vor der Fructification nur eine Wiederholung ähnlicher Theile zeigen, deren Anfänge im Stamme zu einem *ensemble* verbunden sind, so sind auch diese Theile selbst wieder fähig, abgetrennt selbstständig zu werden; denn es giebt ohnehin hier eine beständige Zeugung durch Sprossen. In den Thieren zeigt sich dagegen die Wechselwirkung von Blutkreislauf, Athmen und Nerven zum Leben durchaus nothwendig. Die Nerven bedingen die Athembewegungen, die Nerven wirken aber nicht ohne Blut, welches geathmet hat, und das Blut fliesst allen Theilen und so den Nerven nicht zu, ohne die Zusammenziehung des Herzens, das wieder von dem hellrothen Blute

und der Nervenwirkung abhängig ist. Gehirn, Herz und Lungen sind daher gleichsam die in einander greifenden Haupträder in der thierischen Maschine, welche durch den Stoffwechsel beim Athmen in Bewegung gesetzt werden. Bei dem Wachsthume zeigt sich auch nicht ein äusseres Hervortreiben neuer Theile, ähnlich den alten, sondern meist eine Vergrösserung des Ganzen durch Vergrösserung aller zuerst gebildeten Theile des Innern und Aeussern. Die Thiere wachsen in der Regel nicht auf Pflanzenart, nur die zusammengesetzten Polypen wachsen durch Sprossenbildung. Die mehrsten Thiere sind, je vollkommener sie sind, nicht ein Aggregat ähnlicher Theile, durch einen Stamm verbunden, sondern sie enthalten Theile von ganz verschiedenen Eigenschaften, mannichfaltige Organe, die eine Zeugung durch Theilung wachsender Theile unmöglich machen, wenn nicht die sich abtrennenden Theile die wesentlichen Organe des Ganzen noch mit enthalten, wie bei Polypen und einigen Würmern. Diese ganze Vergleichung hatte nur den Zweck, zu zeigen, wie die Existenz neuer Eigenschaften bei den Thieren auch diejenigen Functionen modificirt, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben.

So verschieden indess die Thiere im erwachsenen Zustande von den Pflanzen sind, so beruht doch ihre primitive Organisation auf durchaus gleichen organischen Elementen. Diess weiss man erst seit kurzem in Folge einer wichtigen Entdeckung von Schwann, *Mikroskop. Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin* 1838. Wie sehr sich dieser Theil der Wissenschaft verändert hat, lässt sich aus dem entnehmen, was von Analogien der Thier- und Pflanzenstructur in der letzten Auflage dieses Lehrbuchs erwähnt wurde, als die den Pflanzenzellen analogen Fettzellen und die Zellen der Chorda dorsalis der Fische. Nach Schwann's Entdeckung bestehen alle Gewebetheile der Thiere anfänglich beim Embryo überall aus den Pflanzenzellen analogen Zellen. Sie theilen mit den Pflanzenzellen den innern an der Wand der Zelle anliegenden Nucleus, und entwickeln sich wie diese um den primitiven Nucleus ganz so wie es Schleiden bei den Pflanzen entdeckt hat. Neue Zellen entstehen aber theils ausserhalb, theils innerhalb der schon vorhandenen Zellen im Keimstoff der Zellen, *Cytoblastema.* Im Cytoblastem entstehen zuerst Kerne, meist platte oder auch rundliche granulirte Körper, in denen sich in der Mitte meist ein grösseres Körnchen, das *Kernkörperchen* auszeichnet. Solche neu gebildete Kerne finden sich daher theils entweder innerhalb oder ausserhalb der schon vorhandenen Zellen, in dem dieselben umgebenden oder in ihnen enthaltenen Cytoblastem. Um den vorhergebildeten Zellenkern entsteht dann erst die Membran der jungen Zelle, für welche der Kern gleichsam Zellenbilder *Cytoblast* ist. Der Kern bleibt an der gebildeten Zelle an der innern Wand liegen und wird zuweilen später resorbirt.

Auf diese Weise besitzen die Zellen der Thiere und Pflanzen als Bildungstheile aller Gewebe und des Keimes selbst ein eigenes Leben innerhalb des Ganzen. Sie entstehen, erzeugen ihres Gleichen in sich oder um sich und oft sieht man unter dem Mikroskop

mehrere Generationen von Zellen zusammen, die Mutterzellen mit der jungen Brut, den jungen Zellen angefüllt und diese wieder noch jüngere Zellen oder junge Kerne enthalten, wie in den Knorpelzellen. Diese Zellen sind nun auch die Träger der wirksamen Kräfte in den Lebensprocess, sie besitzen eine Kraft, die ihnen nahe liegenden Stoffe zu verwandeln, *metabolische* Kraft der Zellen, und oft füllen sie sich, wie man besonders bei den Pflanzen sieht im Laufe ihrer Entwickelung mit eigenthümlichen Materien, z. B. Stärkmehl. Sie sind auch bei der Fortleitung der Pflanzensäfte thätig, und bei den Thieren scheinen sie die wirksamen Theilchen bei der Aufsaugung und Absonderung zu seyn, da sie überall an den thierischen Oberflächen vorkommen, wo etwas aufgenommen oder ausgeschieden wird. In vielen Gebilden behalten die primitiven Zellen ihre Form, wie in den Epithelien, im Knorpelgewebe, in den Drüsen, im Fett- und Pigmentzellgewebe. Oft auch verwandeln sich die primitiven Zellen in andere Formen, durch Verlängerung in Fäden, wodurch die Zellgewebefäden entstehen, oder durch Vereinigung mehrerer Zellen zu Cylindern, wie bei den Muskeln und Nerven. Auch in Flüssigkeiten sind solche lebendig wirksame Theilchen, die zu den Zellen gehören, vorhanden, wie im Blut, im Dotter.

b. Organische Systeme der Thiere.

Die Vergleichung der Thiere mit den Pflanzen führte die Alten zur Methode, wie sie die Functionen der Thiere abzuhandeln hatten.

Die Functionen, welche die Pflanzen und Thiere mit einander gemein zu haben scheinen, hat man *organische* oder *vitale* Verrichtungen genannt; sie haben die Erzeugung und Erhaltung aller Theile aus dem selbstständigen Ganzen zum Zweck. Sie sind Aeusserungen der organischen Affinität unter den Wirkungen der wesentlichen Ursache des Lebens. Die Functionen, welche vorzüglich die thierischen Wesen auszeichnen, Empfindungen, Bewegungen, Vorstellungen u. s. w., scheinen der Zweck des thierischen Daseyns zu seyn, es sind die, welche das Thier characterisiren würden, wenn es auch nur einen Augenblick ausdauern sollte. Die Alten haben sie im Gegensatz der ersteren animalische Verrichtungen genannt.

Eine dritte Reihe der Erscheinungen umfasst die Vorgänge, welche zur Bildung neuer Keime in einem Individuum und zur Absonderung und Entwickelung derselben führen, und also die Erhaltung der Gattung während der Vergänglichkeit der Individuen bezwecken. Diese Eintheilung hat ihre Vortheile, kann aber auch Missverständnisse erzeugen. Die Kraft, welche die Entwickelung des Keimes bedingt, ist dieselbe, welche die beständige Erhaltung des Ganzen und die Wiedererzeugung desselben verursacht, und danach würden also Vegetationskraft, Bewegungskraft und Empfindungskraft gleichsam die Grundkräfte seyn; allein es fragt sich wieder, ob diese Trennung nicht künstlich ist.

Vielmehr sind diese Hauptformen nur verschiedene Wirkungen einer und derselben *vis essentialis* der Thiere, bedingt durch die verschiedene Zusammensetzung der verschiedenen Organe. Es liegt etwas Absurdes in der Vorstellung, dass die Reproductionskraft die Nervensubstanz erzeuge, während die Wirkungen der gebildeten Nerven Folgen einer Kraft seyn sollen, die verschieden ist von der Kraft, welche die Nervensubstanz bildet. Die letzte Ursache des Lebens, welche in den Thieren wirkt, erschafft alle zum Begriff eines thierischen Wesens gehörigen Theile, und erzeugt diejenige Mischung in denselben, deren Erfolg Bewegungsvermögen und Empfindungsvermögen oder Leitungsvermögen für Eindrücke sind, die auf einen Centraltheil der Einwirkungen und der Rückwirkungen verpflanzt werden. Nur die verschiedenen Producte dieser ersten und einen Kraft der Thiere, dieses alle Theile erzeugenden und wiedererzeugenden *Primum movens*, sind theils zur Umwandlung von Materien fähig, die weiter geführt für den Nutzen des Ganzen bestimmt sind, theils Bewegungsorgane, theils Organe, durch welche die Einwirkungen aller Organe auf ein Centralorgan und die Rückwirkungen erfolgen. Die ersteren sind die Reproductionsorgane, die zweiten die Muskeln, die dritten die Nerven. Dann giebt es auch noch solche Theile, die durch die schaffende und wiedererzeugende Thätigkeit oder die Grundursache aller Organe keine anderen wesentlichen Eigenschaften als physikalische Qualitäten der Festigkeit, Elasticität, Zähigkeit u. s. w. erlangen, wie die Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen.

Die Drüsen erlangen z. B. durch die Ernährung und Wiedererzeugung aus dem Blute die Fähigkeit, gewisse Theile des Blutes in ihrer Nähe anzuziehen, neu zu combiniren und auszuscheiden; durch denselben Act der Ernährung und Wiedererzeugung aus dem Blut erhalten die Muskeln die zur Attraction ihrer Theilchen oder zur Bewegung durch gewisse Ursachen nöthige Fähigkeit, und diese Fähigkeit ist das Product jener Erzeugung, nicht aber eine besondere Grundkraft, die von der Generationskraft verschieden wäre. So erhalten die Nerven durch eben diese Urkraft der Bildung und Wiedererzeugung aus dem Blute die Fähigkeit zu ihren Lebenserscheinungen, und ihre Fähigkeiten sind nur die Erfolge dieser Erzeugung. Ganz verkehrt scheint es aber nun gar, die Wiedererzeugung zur Indifferenz der bewegenden und sensitiven Kraft zu machen.

Sieht man von den Theilen ab, welche durch den organischen Process ihrer beständigen Wiedererzeugung nur physikalische Eigenschaften der Elasticität, Festigkeit u. s. w. erlangen, so kann man die Eigenschaften der übrigen Hauptsysteme in den Thieren folgendermassen bezeichnen:

I. Organe, welche die Mischung der Flüssigkeiten für den Zweck des Ganzen verändern, wie die Absonderungsorgane, die Blutgefässe und Lymphgefässe, die Lungen. Das eigenthümliche Phänomen, welches diese Organe darbieten, ist nicht etwa die Ernährung, denn diese kommt allen Organen zu, sondern die Veränderung der organischen Combination in den Flüssigkeiten,

die mit ihnen in Berührung stehen, durch Aeusserungen organischer Affinität.

II. *Musculöse Organe*, welche auf gewisse Einflüsse sich zusammenziehen, und deren Fasern sich kräuselnd gegen die Stelle, wo eine Veränderung der Muskelsubstanz geschieht, verkürzen. Haller hat die Fähigkeit der Muskeln auf mechanische, chemische und elektrische Einwirkungen sich zusammenzuziehen, *Irritabilität* genannt, und die Haller'sche Irritabilität kann keinen anderen Theilen als den musculösen Theilen zugeschrieben werden, während andere sich durch Erscheinungen anderer Art von Reizbarkeit auszeichnen. Einige verwirrte Schriftsteller haben diesen Begriff von Irritabilität zu einer Formel für willkürliche Fictionen gemacht, so dass man sogar von einer Irritabilität in den Nerven gesprochen, als wenn bald die Irritabilität, bald die Sensibilität derselben verändert seyn könnte. Im lebenden Körper geschehen die Wirkungen der Muskeln immer unter dem Einfluss der Muskelnerven, und Alles, was die Zusammensetzung der Nerven nur leise verändert, bewirkt gleichsam eine Entladung der Nervenkraft, welche die Zusammenziehung der Muskeln bedingt. Daher das Studium der Bewegungen, der Krämpfe und Lähmungen grossentheils zur Untersuchung der Gesetze der Wirkungen in den Nerven zurückführt. Die Bewegung findet bei allen materiellen Veränderungen, bei der Generation, Ernährung, Absonderung, statt, organische Affinität zwischen Säften und Organen bewirkt Turgescenz-Bewegungen; man muss sich wohl hüten, die Muskeln für die einzigen der Bewegung fähigen Theile zu halten; die musculösen und die ihnen verwandten Theile sind nur die einzigen Organe, welche durch Zusammenziehung und Kräuseln von Fasern sich bewegen, und alle Theile, welche sich so zusammenziehen können, und nicht wesentlich Muskeln sind, sind meist durch eingestreute Muskelsubstanz, besonders Muskelfasern, beweglich, wie die Ausführungsgänge der Drüsen, welche sich, wie ich zeigen werde, contrahiren.

III. Die *Nerven* haben theils die Fähigkeit, bei geringen Veränderungen ihres Zustandes Bewegungen in den Muskeln zu bewirken, während die Veränderungen der Nerven selbst den Sinnen des Beobachters entgehen, theils besitzen sie ein Leitungsvermögen für jede Veränderung ihres Zustandes nach dem Gehirn, dem Centralorgane, wovon Wirkungen auf alle übrigen Organe ausgehen, und dieses nennt man *empfinden*. Empfindungen finden nur so lange statt, als die Nerven noch mit dem Gehirne in Verbindung stehen. Viele vom Gehirn und Rückenmarke ausgehende Nerven sind durch das Gehirn und Rückenmark willkürliche Excitatoren der Bewegung in den Muskeln, so lange die Nerven noch mit Gehirn oder Rückenmark in Verbindung stehen, während sie in dieser Verbindung und ohne diese Verbindung auch unwillkürliche Zusammenziehungen der Muskeln bei einer Veränderung ihres Zustandes bewirken. Dagegen sind die vom *Nervus sympathicus* abhängigen beweglichen Theile dem Willen entzogen und nur in einer bedingten Abhängigkeit von dem Gehirn und Rückenmarke, mit welchen der *Nervus sympa-*

thicus mittelbar, nämlich durch Vermittelung wirklicher Cerebral- und Spinalnerven zusammenhängt. In den Nerven zeigt sich die grösste Beweglichkeit der organischen Kräfte, ohne Bewegung der ponderabeln Masse, und ihre Wirkung ist zur Ausübung aller Functionen nöthig, indem alle Theile durch Veränderungen der Nerven auf Gehirn und Rückenmark zurückwirken, und von diesen aus gewisse zu ihrer Action nothwendige Einflüsse erfahren.

Diese organischen Systeme greifen mannichfach in einander. Alle Organe sind nur durch den Antheil von Nerven, die in ihre Gewebe treten, empfindlich, die Organe, die der chemischen Verwandlung der Flüssigkeiten dienen, sind, wenn sie sich zusammenziehen, nur durch eingestreute Muskelfasern zusammenziehbar, und alle Organe oder einzelnen Theile, in welchen ausser besonderen Lebenseigenschaften auch noch Absonderungen tropfbarer Flüssigkeiten für den Zweck des Ganzen stattfinden, haben für diesen Zweck auch eigenthümliche Gewebe, wie in den Organen der Sinnesempfindung auch tropfbare Absonderungen durch besondere Gewebe stattfinden.

c. Reizbarkeit der Thiere.

Die Gesetze der Reizbarkeit der organischen Wesen sind im Allgemeinen schon im vorigen Abschnitt untersucht worden; dort ist das Verhältniss der Lebensreize zur Aeusserung der Thätigkeit bestimmt. Hier werden nun zunächst die Gesetze der Reizbarkeit in den Thieren näher bestimmt werden, obgleich es bei dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft kaum möglich ist, Licht über diese schwierigen Probleme zu verbreiten, und doch wäre diese Kenntniss so wünschenswerth, da die Arzneikunde hier die grössten Anforderungen an die Physiologie zu machen hat.

Mag die organische Kraft das Resultat der Mischung ponderabler und imponderabler Materien seyn, oder selbst die Mischung der organischen Materie bedingen und erhalten, wir sehen, dass sie sich unter gewissen Umständen in einzelnen Organen verstärken kann; die Actionen sind in diesem Falle grösser und dauernder, wie man in den Genitalien in der Schwangerschaft und in der Brunst beobachtet. So nimmt die organische Kraft auch in dem früher organisirten Geweih der Hirsche ab, wenn es abstirbt, und verstärkt sich wieder, wenn es im organisirten Zustande von Neuem erzeugt wird. Zu einem mehr belebten Theile strömt mehr Blut, und es wird mehr Blut als sonst in organisirte Materie umgewandelt. Tiedemann sagt, dass ein gereiztes Organ schnellere Veränderungen in seiner materiellen Zusammensetzung erfahre, und eben daher auch das Blut, welches allein im Stande ist, zu gesteigerten Kraftäusserungen zu befähigen, rascher und in grösserer Menge anziehe. *Physiologie* 1. 326. Wenn dagegen ein organischer Theil einen Schaden durch materielle Umwandlung erleidet, so entsteht in einem solchen Theile dann auch eine grössere Thätigkeit zur Wiederherstellung dieses Schadens, wenn die Zersetzung des organischen Theiles nicht zu gross gewesen. Die organischen Körper besitzen beständig das Vermögen, die

zum Leben des Ganzen nöthige Zusammensetzung der Theile zu erhalten. So oft diese Zusammensetzung verletzt wird, äussert sich jenes Streben heilkräftig. Diess folgt schon aus dem Satz, dass die organischen Körper beständig der chemischen Einwirkung das Gleichgewicht zu halten suchen. Deswegen strömt einem verletzten Theile noch mehr Blut zu, weil die organische Thätigkeit sich in demselben vergrössert. Die Wechselwirkung der vermehrten organischen Thätigkeit, welche dem Anfange der Zersetzung das Gleichgewicht zu halten strebt, und des schon eingetretenen Strebens zur Zersetzung erkennt man in der Entzündung.

Diese und viele andere Fälle, ja schon die Ermüdung und Erschöpfung nach grossen Anstrengungen zeigen uns, dass die organische Kraft durch die Ausübung der Functionen gleichsam consumirt wird. Diess zeigt sich noch nach dem Tode. Denn wenn man von zwei gleichen Muskelstücken eines frisch geschlachteten Thieres den einen Theil mit dem Messer zu kleinen Zuckungen reizt, während man den andern sich selbst überlässt, so wird der erste in dem Maasse früher seine Reizbarkeit verlieren, als er sich mehr bewegt. Autenrieth's *Physiol. I.* 63. Jeder Lichteindruck stumpft das Auge einigermaassen ab, und der gleiche Reiz bringt kurz darauf keine gleiche Reaction hervor, bis sich das Auge erholt hat. Man könnte diess daraus erklären, dass ein Theil der Kraft zur Ausgleichung der durch den Reiz bewirkten materiellen Veränderungen wirkt. Allein diese Ermüdung erfolgt auch in dem Falle, wo die Thätigkeit ohne äussern Reiz vermehrt wird, sobald nur nicht die Kraft zugleich vermehrt ist. Es scheint also, dass diese Thätigkeit selbst eine materielle Veränderung in den Organen hervorbringt. Vielleicht indem jene beständige Veränderung der organischen Substanz durch das athmende Blut, welche zum Leben, gleich wie die Zersetzung zu den Erscheinungen der Verbrennung nothwendig ist, beschleunigt oder vermehrt wird, da doch zur Zeit dieser Beschleunigung nicht auch die Wiedererzeugung aus den Nahrungsstoffen vermehrt ist; sondern in der Weise der Erholung erst allmählig geschehen kann. Ueberhaupt aber, je thätiger ein Mensch ist, um so grösser scheint die Zersetzung der Stoffe, und um so mehr hat Jemand Bedürfniss nach Nahrungsmitteln. Menschen und Thiere, die nach sehr heftigen Kraftäusserungen gestorben sind, wie z. B. ein zu Tode gejagter Hirsch, sollen selbst schneller faulen als ein zu Tode gebluteter Körper. Autenrieth, welcher diess bemerkt, führt auch an, dass ein Muskel aus einem noch reizbaren Thiere geschnitten, ungleich schneller faule, wenn er zu häufigen Zusammenziehungen vor seinem Absterben gereizt wurde, als ein anderes gleiches Stück, das ruhig gelassen wurde. *Physiologie I.* 115. Vergl. A. v. Humboldt *über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* In den Verrichtungen des Nervensystems ist die Erholung besonders so nothwendig, dass selbst das gleichmässigste Leben des Schlafes bedarf, der von selbst eintritt, auch wenn die das Nervensystem in Thätigkeit setzenden Ursachen, die äusseren Reize, fortdauern, weil die durch die Thätigkeit verursachte Veränderung im Nervensysteme letzteres unempfindlich für diese Eindrücke macht.

Die beständige Wiederbelebung der organisirten Theile aus den allgemeinen integrirenden Lebensreizen ist sonst meistentheils mit der Fähigkeit zu einer gleichmässigen Thätigkeit verbunden. Wird aber die Action verstärkt und beschleunigt, so muss Ruhe erfolgen, wenn so viel Fähigkeit sich zu neuen Actionen bilden soll, als durch die Action verloren ist.

Obschon im gesunden Leben im Allgemeinen eben so viel Kraft in einer gewissen Zeit wiedererzeugt wird, als durch die Thätigkeit unwirksam geworden ist, so giebt es doch Fälle, in welchen die Wiedererzeugung allmählig immer stärker wird, bei gleichmässiger geregelter Thätigkeit oder bei abwechselnder Thätigkeit und Ruhe. Diess ist namentlich in der Jugend der Fall, weil aus früher entwickelten Gründen die Affinität der organischen Theile zu den allgemeinen Lebensreizen um so grösser scheint, je weniger die Entwickelung vorgeschritten ist; aber überhaupt wird durch eine nicht zu angestrengte Thätigkeit mit Ruhe abwechselnd die Kraft eines Organes vermehrt, wie in der Uebung, während blosse Ruhe die Organe oft erschlafft. Abwechselung von Thätigkeit oder Uebung und Ruhe, darin liegt das Geheimniss, die Kraft unserer Actionen allmählig zu verstärken. Vielleicht wird, da das Leben überhaupt mit Zersetzung verbunden ist, ein Theil der Stoffe durch die Action eines Organes zersetzt, während durch die vermehrte Action ein anderer Theil inniger gemischt wird, so dass ein Organ durch die Thätigkeit zwar verliert, aber durch die Action fähiger wird, neue Stoffe anzuziehen und sich zu verstärken. Wenn aber die Thätigkeit zu häufig und zu stark wiederholt worden ist, so ist die Wiedererzeugung selbst geringer, und es tritt Erschöpfung ein. Diess ist dann der Fall, wenn die Comsumtion organischer Kraft oder das Unwirksamwerden derselben durch verstärkte Action schneller erfolgt, als die Wiedererzeugung in gleichen Zeiten ist. Diese Erschöpfung ist um so grösser, je mehr und je edlere Theile häufig und heftig in Thätigkeit versetzt werden, wie z. B. beim Coitus fast das ganze Nervensystem in eine mit Consumtion von Kraft verbundene Thätigkeit versetzt wird, und je mehr ein Theil bei den Actionen anderen Organen etwas mittheilt, was er selbst verliert, wie es eben bei den Nervenactionen scheint, und je mehr endlich ein Theil durch seine Action einen wesentlichen materiellen Verlust für das Ganze erzeugt, wie bei den verstärkten Absonderungen, z. B. der Milch. Die augenblickliche Unwirksamkeit der organischen Kraft nach der Thätigkeit, und ihre allmählige Wiederherstellung bemerkt man selbst noch an abgeschnittenen Theilen der Frösche, indem wahrscheinlich durch Wechselwirkung des noch in ihnen enthaltenen Blutes und der Luft mit den Organen sich die Reizbarkeit herstellt. So macht der galvanische Reiz, auf abgeschnittene Froschschenkel wiederholt applicirt, diese unwirksam, und die Reizbarkeit stellt sich erst allmählig in der Zeit der Ruhe wieder her.

Wird ein Organ seltener in Thätigkeit gesetzt, so nimmt die Fähigkeit für fernere Actionen in der Ruhe nicht so zu, wie bei einem gewissen Grade von Thätigkeit. Das Auge sieht, je mehr

es in Thätigkeit gesetzt wird, bei demselben Reize augenblicklich schwächer; war es aber einige Zeit vollkommener Ruhe überlassen, z. B. im Dunkeln, so werden nun zwar die Eindrücke viel lebhafter empfunden. Stärkt man das Auge nach dem früher erörterten Gesetz durch abwechselnde Anstrengung und Ruhe allmählig, so wird es auch fähig zu grösseren Anstrengungen, ohne so bald als früher erschöpft zu werden. Lässt man das Auge aber lange Zeit in vollkommener Ruhe, so hat sich zwar wieder eine grosse Empfindlichkeit, wie überhaupt nach der Ruhe, angesammelt, aber die Lebenskraft ist in diesem Theile nun um so schwächer geworden, je weniger er geübt worden, und ein plötzlicher starker Lichteindruck vermag ein lange von dem Lichte entwöhntes Auge selbst zu erblinden. Die Muskeln verlieren in langer Ruhe viel von ihrer Bewegkraft, wie sich z. B. die Fähigkeit mancher Muskeln, als der Ohrmuskeln, verliert. AUTENRIETH *Physiol.* 1. 104.

Bisher ist die Veränderung der organischen Thätigkeit der Thiere bloss im Allgemeinen betrachtet worden. Jetzt soll untersucht werden, wie die äusseren Einflüsse auf Veränderung derselben wirken. Nicht allein die äusseren Lebensreize, welche das Leben unterhalten, veranlassen zu organischen Wirkungen. Alles, was die materielle Zusammensetzung und das Gleichgewicht der Vertheilung imponderabler Materien in den organischen Theilen stört, kann auch die Action der Organismen und Organe verändern. Diese Veränderung nennt man *Reaction*, wenn sie lebhaft ist; die Einwirkung, welche die Reaction von Seiten des Organismus hervorbringt, nennt man *Reizung*, *Irritation*, und die verändernde Ursache *Reiz*, *Irritamentum*. Die Reaction gegen einen Reiz ist immer eine Lebenserscheinung, eine Aeusserung einer organischen Eigenschaft des Organismus. Die Fähigkeit, durch äussere Einwirkungen zu Kraftäusserungen bestimmt zu werden, ist nicht den organischen und insbesondere thierischen Körpern allein eigen.

Viele unorganische Körper entwickeln z. B. Licht unter gewissen Bedingungen, z. B. beim Stoss, oder entwickeln Wärme. Die Physiker machen es hierbei wahrscheinlich, dass das Licht oder die Wärme vorher in den Körpern gebunden waren, und durch den äussern Einfluss frei werden. Noch mehr könnte man die elastischen Körper hieher rechnen, deren kleinste Theilchen so sehr einander anziehen, dass ein Versuch zur Verschiebung mehrerer Theilchen oft auf alle zurückwirkt, und dass durch die Anziehungskräfte der Theilchen zu einander eine restitutio in integrum erfolgt, die sich unter dem Phänomen der Elasticität und der Schallschwingungen äussert. Allein kein unorganischer Körper zeigt sich so gleichförmig in diesen Aeusserungen als die Organismen, die unter den verschiedenartigsten Einwirkungen, welche die Zusammensetzung der Theilchen stören, immer das nämliche Phänomen, zu dem ein Organ durch sein Leben befähigt wird, äussern. Diess rührt wahrscheinlich von jener Grundeigenschaft der organischen Körper her, den Störungen ihrer Zusammensetzung das Gleichgewicht zu halten, eine Kraft, die

im gesunden Falle viel grösser ist, als die Ursache, welche die Zusammensetzung des organischen Körpers stört. Jene Kraft, welche das Gleichgewicht in den organischen Theilen nach einer Störung derselben wiederherstellt, ist dieselbe, welche einen Theil eigenthümlich durch die beständige Ernährung und Wiedererzeugung erhält. Das Phänomen, welches bei der Herstellung des Gleichgewichtes erfolgt, ist zusammengesetzt von der Veränderung des organischen Theiles durch eine äussere Ursache und von dem Streben des organischen Theiles zur restitutio in integrum, zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes.

Dutrochet behauptet, dass alle erregenden Ursachen auf den Organismus die gleiche Veränderung hervorbringen, dass sie die Oxydation des ihnen ausgesetzten organischen Stoffes modificiren; nach ihm sollen die erregenden Ursachen gleichzeitig auf den Sauerstoff und auf den organischen Stoff wirken, um sie zu einer Verbindung zu bewegen. So ingeniös diese Ansicht ist, so ist sie doch eine bis jetzt ganz unbegründete Vermuthung, eben so, wie Dutrochet's Folgerung, dass die *Excitabilität* eine wirkliche Verbrennbarkeit sey. Diese soll in der Jugend sehr gross seyn, weil in dieser Lebensperiode der Organismus in hohem Grade oxydirbar sey und nur wenig gebundenen Sauerstoff besitze, im Alter dagegen sollen die Erregungsmittel wenig Wirkung haben, weil die Tendenz zur Oxydation geringer ist, und zwar im Verhältnisse der Menge des schon gebundenen Sauerstoffes. Froriep's *Notizen* 724. Wahrscheinlicher dürfte wohl angenommen werden können, dass die reizende chemische und dynamische Wirkung *mancher* Reizmittel darauf beruhe, dass sie die Affinität zwischen dem durch das Athmen zum Reizmittel gewordenen Blute und der organischen Substanz befördern, und die materiellen Umwandlungen durch dieses Princip im Blute verstärken und beschleunigen.

Zu einer jeden Reizung eines organischen Theiles gehört irgend eine materielle Veränderung in demselben, die wir selbst bei dem Reize des Lichtes auf das Auge voraussetzen müssen; nämlich Licht scheint in die Zusammensetzung vieler Körper einzugehen, und bewirkt chemische Veränderungen, wie sich an vielen chemischen Präparaten und selbst an den Pflanzen zeigt, aus denen es Sauerstoff entwickelt. Die nächste Veränderung, welche ein Reiz hervorbringt, ist durch die Natur des Reizes und des organischen Körpers, welcher gereizt wird, bedingt, z. B. eine Zusammendrückung, eine chemische Veränderung; allein die darauf folgende Gegenwirkung widerstrebt dieser Veränderung und ist von der Natur des Reizes ganz verschieden, nicht mechanisch, nicht chemisch, sondern eine Aeusserung der Lebenseigenschaft eines Organes, wie Empfindung als Schmerzen, oder Entzündung, oder Zuckung. Wärme, Electricität, Licht theilen sich den organischen Körpern wie anderen nach allgemeinen physikalischen Gesetzen mit, aber es entsteht bei der restitutio in integrum immer zugleich eine Lebensäusserung, verschieden nach dem Theile, welcher verändert wird, und die Phänomene bis zur Herstellung des Gleichgewichtes sind zusammengesetzt aus der Wirkung des

Reizes und der Reaction gegen den Reiz. Die chemisch wirkenden Stoffe verändern auch die organischen Körper und suchen binäre Verbindungen auf Kosten der organischen Körper zu erzeugen. Wenn diess gelingt und die Affinität der organischen Theile nicht hinreicht, die organische Combination zu erhalten, und der chemischen Einwirkung das Gleichgewicht zu halten, so entsteht ein chemisches Product mit dem Tode des afficirten Theiles, z. B. bei der Verbrennung, bei der Einwirkung einer Mineralsäure, eines caustischen Alkali's. Allein so lange der organische Theil, welcher einem chemisch wirkenden Körper ausgesetzt wird, noch lebt, so lange agirt er auch in den ihm eigenen Wirkungen, z. B. Empfindungen, Bewegungen, Entzündung. Chemische Einflüsse, wie Säuren, Alkalien, können zwar an dem Ort ihrer Einwirkung auf organische Körper binäre Verbindungen hervorbringen und auf diese Art Brand oder Tod bewirken; allein so weit an einem so afficirten Theile noch Leben besteht, und an der Grenze des Todes äussert es sich auch in den organischen Eigenschaften, wie Entzündung u. s. w.

Aber nicht allein ist die Wirkung der thierischen Körper gegen äussere Reize Reaction in organischen Eigenschaften, sondern die Art dieser Reaction, die Eigenschaften, welche reagiren, sind häufig verschieden nach der Natur eines Theiles und seiner Zusammensetzung. Daher bewirken z. B. mechanische, chemische, electrische Reize, auf einen Muskel angewandt, dieselbe Reaction des Muskels, nämlich Bewegung. Alle diese verschiedenen Reize bewirken dagegen in einem Empfindungsnerven nur Empfindungen, und die Art der Empfindung ist selbst bei verschiedenen Nerven verschieden, wenn gleiche, und bei denselben Nerven gleich, wenn verschiedene Reize darauf wirken. So z. B. bewirken mechanische und electrische Reize in den Sehnerven nur Lichtempfindungen als Eigenschaften dieser Nerven, und scheinen keinen Schmerz zu bewirken, während die Empfindungen des Schmerzes und nicht des Lichtes in den Gefühlsnerven möglich sind. So erregen mechanische und electrische Reize, auf den Gehörnerven wirkend, Tonempfindungen, der electrische Reiz in dem Geruchsnerven Geruchsempfindungen. So erregen die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven im gereizten Zustande von mechanischem oder galvanischem Reize keine Empfindungen, sondern Zuckungen in den Muskeln, aber die hinteren Wurzeln dieser Nerven erregen unter denselben Umständen nur Empfindungen, keine Zuckungen. Die Physiologie gewinnt eine eben so sichere Empirie, wie die übrigen Naturwissenschaften, wenn sie die eigenthümliche Reactionskraft aller Theile des thierischen Körpers kennt.

Es ist nun nicht auffallend, dass die Symptome desselben Organes in ganz verschiedenen Zuständen sich oft sehr ähnlich sind, weil es z. B. im Zustande von gereizter Kraftäusserung so gut wie im Zustande der Reizung bei abnehmender Kraft die ihm eigenen Lebenseigenschaften mit mehr oder weniger Energie kund giebt. Es giebt eine gewisse Gruppe von Hirnsymptomen, Herzsymptomen, die in verschiedenen Krankheiten dieser Theile

vorkommen. Hierbei lässt sich ein Blick auf die Thorheit der Homöopathen werfen, welche mit Mitteln, die eine der Krankheit ähnliche Wirkung hervorbringen, zu heilen glauben, während sie doch entweder gar nichts thun, oder während die Natur die ihr dargebotenen Mittel anders verwendet, als der Arzt glaubt. Wenn zwei Mittel einige ähnliche Symptome in einem Organe hervorrufen, so beweist diess noch nicht, dass sie ganz ähnliche Wirkungen hervorbringen, sondern dass sie auf dasselbe Organ wirken, wobei ihre qualitativen Wirkungen ganz verschieden seyn können. Syphilis und Mercurialkrankheit können wesentlich verschieden seyn, und doch sich darin gleichen, dass gewisse Organe in beiden Krankheiten zerstört sind. So zerstören Mineralsäuren und Alkalien die organischen Theile gleich stark, und Niemand wird behaupten, dass sie Similia seyen. So kann also Mercur durch gelinde Umwandlung der organischen Materie sie für die Fortsetzung der syphilitischen Zerstörung unfähig machen, worauf der natürliche Lebensprocess (nicht der Mercur) die weitere Heilung bewirkt.

Da die Reize die Organe in Thätigkeit setzen, und jede ohne gleichzeitige Vermehrung der organischen Kraft vermehrte Thätigkeit die Kraft für eine Zeit unwirksam macht, und gleichsam consumirt, so consumiren auch die Reize und bewirken insofern, wenn sie nicht integriren, wie die allgemeinen Lebensreize, jedesmal einen Nachlass der hervorgerufenen Thätigkeit, auch wenn sie fortfahren, einzuwirken. Hierdurch entsteht das Periodische mancher Lebenserscheinungen. Ein contractiles Organ, welches eine mechanisch oder chemisch reizende Materie enthält, zieht sich zusammen. Durch diesen Act wird der contractile Theil unfähig, sich in dem nächsten Momente gleich stark zusammenzuziehen; aber die Erregbarkeit entsteht allmälig wieder, und der fortdauernde Reiz wird wieder wirksam. So können sich die Zusammenziehungen von Zeit zu Zeit wiederholen. Wir sehen dieses Schwanken in den Undulationen der Iris bei gleichbleibendem Lichteinflusse, in den periodischen Zusammenziehungen des Mastdarmes, der Gedärme, des Magens, des Herzens, des Uterus, der Harnblase, der Muskeln, welche die Contenta der Harnröhre bei dem Coitus austreiben. Der Reiz der Zusammenziehung ist hier oft äusserlich, ein Contentum, wie der Harn, die Excremente u. s. w. Er scheint aber auch oft innerlich, z. B. durch die Nerven zuzuströmen, während die Contraction doch periodisch ist, wie z. B. beim Herzen. Denn wenn auch das Herz durch seine Zusammenziehung abwechselnd Blut austreibt, und zugleich von der andern Seite Blut empfangen muss, und dieser Reiz des Blutes das Herz zu periodischen Contractionen veranlassen muss, so ist doch das Contentum des Herzens nicht die einzige und erste Ursache der rhythmischen Contraction des Herzens; denn das Herz zieht sich auch ausgeschnitten noch lange, besonders bei Amphibien, im blutleeren Zustande rhythmisch zusammen, und es scheint nicht, dass bloss die Luft hier den Reiz ersetze, sondern dass ein innerer, von der Wechselwirkung der Muskelfasern und der Nerven bedingter Reiz stattfinde,

der periodisch wirkt, oder auf den das Organ nur periodisch rückwirken kann.

Reize, welche zu häufig fortgesetzt werden, stumpfen die Organe ab und machen sie für lange unfähig für diese Reize. Hieraus ist ein Theil der Erscheinungen erklärlich, welche die Gewöhnung an einen Gegenstand darbietet, obgleich viele Dinge, an welche man sich gewöhnt, nicht bloss Anfangs Reizerscheinungen, sondern auch qualitative dauernde Veränderungen durch Aenderung der Zusammensetzung bewirken, woraus allein schon das Unwirksamwerden dieser Reize erklärlich ist.

Da die grosse Menge auf den Organismus einwirkender Agentien und Stoffe je nach ihrer Natur und Zusammensetzung die Zusammensetzung der organischen Theile auf die mannichfaltigste und im Einzelnen nicht zu bestimmende Art abändern können, so ist es nicht möglich, die Arzneimittel nach der Art ihrer Wirkungen unter allgemeine passende Gesichtspunkte zu bringen; diess ist die schadhafte Seite der Medicin. Die besten Schriftsteller über diese Materie haben noch viel zu viel mit nicht existirenden und bloss gedachten Factoren und Polaritäten, unfruchtbaren Formeln in unserer Wissenschaft zu thun. Doch kann es im Allgemeinen nur vorzüglich drei Arten dieser Einwirkung geben.

1) *Reizmittel.* Die wahren und wichtigsten Reizmittel sind die Lebensbedingungen selbst, die Lebensreize, durch deren beständige Einwirkung auf die von der organischen Kraft beseelten Theile das Leben allein sich äussert, und die organische Kraft sich vermehrt, ein gewisser Grad Wärme, atmosphärische Luft, Wasser, Nahrungsstoffe, die schon organisirt waren, von Pflanzen oder Thieren. Diese Einflüsse verändern nicht bloss die Zusammensetzung der organischen Theile, und reizen nicht bloss durch Veränderung des Gleichgewichtes, sondern gehen auf eine für das Leben unentbehrliche Weise integrirend in die Zusammensetzung der Organe ein. Nach einer Krankheit sind diese beständigen Einflüsse, welche, indem sie reizen, keine Erschöpfung zulassen, auch die wahren und allein hinreichenden Mittel zur Erholung der Kräfte.

Ausser diesen Einflüssen giebt es noch viele andere, welche nach dem vorher aufgestellten Begriffe von Reiz auch Reactionen hervorbringen, aber nicht unbedingt und überhaupt nicht alle integriren, sondern welche grossentheils, ausser dass sie Symptome, Erscheinungen hervorbringen, gar keinen belebenden Einfluss auf die organischen Körper, vielmehr im Maasse der materiellen Veränderung, die sie bedingen, sogar sehr nachtheilige Folgen haben. Die Verwechselung aller Einflüsse, nach welchen nur das Gleichgewicht in dem Organismus sich herstellt, und welche dadurch Erscheinungen bewirken, mit solchen Einflüssen, welche zur Erhaltung des Lebens unbedingt nöthig sind und integriren, hat in der Medicin unendlichen Nachtheil gehabt und vielen Menschen das Leben gekostet, indem man hierdurch zu dem falschen Begriffe gelangt ist, dass, weil gewisse Reize das Leben gleich der Flamme anfachen, Reizen überhaupt zum Leben nothwendig sey.

Unter der Menge der Einflüsse ausser den allgemeinen Le-

bensreizen giebt es nun wieder solche, welche bedingt unter gewissen Umständen auch einen den allgemeinen Lebensreizen ähnlichen localen belebenden und stärkenden Einfluss haben, indem sie nämlich durch ihren ponderabel und imponderabel materiellen Einfluss die Zusammensetzung eines Organes integriren oder so verändern, dass die Wiedererzeugung aus den allgemeinen Lebensreizen leichter wird. Alles dieses ist aber durch den Zustand des kranken Organes bedingt, und die Fälle, in welchen solche im Rufe der Belebung und Stärkung stehende Arzneien diess wirklich thun, sind ungemein selten. Dagegen schon Mancher mit einem Quark von Mitteln, welche unter den vorhandenen Umständen oder überhaupt wohl reizen, aber nur einen Aufruhr erregen, nicht stärken, zu Tode gereizt worden ist.

Die zu den bedingt belebenden Stoffen gehörigen Arzneien wirken durch ihre Zusammensetzung auch vorzugsweise auf Organe von verschiedener organischer Zusammensetzung belebend ein, und bilden natürliche Gruppen je nach ihrer vorzugsweisen Wirkung auf das Nervensystem oder auf die Organe, welche der Umwandlung des Blutes bestimmt sind u. s. w. Mehrere Einflüsse dieser Art sind imponderable Materien, wie die Elektricität. Die Elektricität hat man mit Erfolg in Lähmungen angewandt. Die Wärme, derjenige Einfluss, der bei der Entwickelung des Embryo schon nothwendig ist, hat aber auch noch einen eminenten Einfluss auf Belebung, wenn andere Mittel fruchtlos sind, z. B. in den Krankheiten der Nerven und des Rückenmarkes, Lähmungen, Neuralgia dorsalis, und anfangender Tabes dorsalis, wenn die Application der Wärme z. B. in Form von Moxen geschieht und oft wiederholt wird (z. B. eine neue Moxa auf das wuchernde Fleisch der alten Stelle). Dahin gehört auch das anhaltende schmerzhafte Erhitzen eines kranken Theiles durch eine nahe gehaltene brennende Kerze. Wie die Wärme in diesen Fällen wirkt, ist unklar; die Moxen wirken in Krankheiten des Rückenmarkes nur in der Nähe dieses Organes selbst, während doch allenthalben Schmerz erregt werden kann.

Der mechanische Einfluss ist in den Frictionen bedingt belebender Reiz, indem wir auf diese Weise von den Enden der Nerven die Centralorgane des Nervensystems in einer ihnen homologen Weise erregen, und zugleich die Wechselwirkung der geriebenen Theile mit dem Blute bethätigen.

Auf der andern Seite können alle Mittel dieser Art, sowohl Arzneien als die höheren Wärmegrade, wie in der Verbrennung, die Elektricität, der mechanische Einfluss, als Druck, Quetschung, in einem hohen Grade ihrer Einwirkung gerade das Gegentheil der Belebung hervorbringen, indem sie dann die Materie so gewaltsam verändern, dass die zum Leben nöthigen Zusammensetzungen nicht erhalten werden; deswegen sind die hier berührten Einflüsse specielle, bedingt belebende Einflüsse. Sie beleben unter gewissen Umständen, indem ihre Wirkung in der organischen Materie die natürliche Zusammensetzung der Theile befördert. Daher kann man sie homogene Reize nennen, wenn man alle übrigen Reize, welche die natürliche Zusammensetzung und so

den Zustand der Kräfte nur stören, heterogene Reize nennen kann, die von keinem belebenden, sondern nachtheiligen Einfluss für das Leben sind. Man bedenke aber nur, dass jedes homogene Reizmittel durch Anwendung unter unpassenden Umständen zum heterogenen Reizmittel wird, d. h. zu einem solchen, welches bloss den Zustand der Kräfte und die natürliche Zusammensetzung stört. Nach diesen Erklärungen zerfallen die reizenden Einflüsse also 1. in allgemeine Lebensreize, 2. specielle Reize, a. homogene, b. heterogene.

In Fällen, wo die Lebenskraft schnell abnimmt, verlässt uns übrigens der ganze Apparat unserer reizenden Arzneien, wovon ein grosser Theil ohnehin nur einen Aufruhr macht, ohne zu stärken.

2) *Alterantien.* Eine grosse Menge von Stoffen werden in der Arzneikunde darum von grosser Wichtigkeit, weil sie eine solche chemische Umwandlung in der organischen Materie erzeugen, wodurch die Materie nicht etwa unmittelbar integrirt wird und an Kraft gewinnt, sondern zur Fortsetzung einer vorhandenen krankhaften Veränderung qualitativ verändert wird. Diess geschieht dadurch, dass ein in der Zusammensetzung der Materie befindliches materielles Hinderniss zu gesunden Actionen oder ein Reiz zu kranken Actionen entfernt wird, oder die Organe so chemisch umgestimmt werden, dass sie von einem krankhaften Reiz nicht mehr afficirt werden; oder, weil die Materie so verändert wird, dass gewisse zu fürchtende materielle Veränderungen und Zersetzungen nicht mehr möglich werden (wie bei dem entzündungswidrigen Verfahren); oder endlich, weil die Beschaffenheit der Nahrungssäfte verändert wird. Eine grosse Menge wichtiger Mittel gehören unter die *Alterantien.* Der Arzt kann damit keine krankhaft zusammengesetzten Organe chemisch zu gesunden machen, sondern nur durch eine gelinde chemische Umwandlung den Antrieb geben, dass die Natur selbst durch die unerschöpfte Quelle der beständigen Wiedererzeugung die natürliche Zusammensetzung wiederherstellt. Diese Mittel bieten wieder den Hauptunterschied dar, ob sie in dieser Art mehr auf das Nervensystem, oder auf die übrigen vom Nervensystem abhängigen Organe wirken. In der ersten Hinsicht sind die wichtigsten Alterantien die sogenannten Narkotica, in letzterer die grosse Menge der Arzneimittel, die auf die Veränderungen der Materie in den übrigen Organen wirken. Auch diese Mittel werden mittelbar, indem sie die Hindernisse zur Heilung entfernen, zu belebenden Reizen, so wie ihre Anwendung selbst auch durch Veränderungen des Gleichgewichtes Reizungssymptome bewirken kann. Werden diese Mittel unangemessen angewandt, so wirken sie entweder als heterogene Reize nachtheilig, oder indem sie schnell zersetzen, mit der Zersetzung die organische Kraft aufheben, wie die Narkotica.

Da nun aber alterirende Mittel ganz verschieden nach ihrer Zusammensetzung in die Zusammensetzung der Organe eingreifen, so kann ein Stoff seine Wirkung durch Sättigung verlieren und keine Veränderungen mehr hervorbringen, während sie ein anderer noch hervorbringt. Eine grosse Menge der Fälle, welche

zu den Erscheinungen der Angewöhnung gehören, sind hierher zu rechnen. Auch die Anwendung der Arzneien zeigt unzählige Mal die Bestätigung davon. Die Organe haben durch ein chemisch, die Zusammensetzung veränderndes, alterirendes Mittel eine solche Veränderung erlitten, dass dieser Stoff nicht mehr dieselbe Affinität von Seite des Organismus gegen sich vorfindet, während sie ein anderer Stoff noch haben kann. Auch imponderabele Materien wirken auf diese Art alterirend; das Auge wird für die grüne Farbe, die es lange ansieht, immer unempfindlicher, das Grüne wird immer schmutziger und grauer. Zu dieser Zeit ist aber die Empfindlichkeit des Auges fur Roth am grössten, dagegen langes Ansehen von Roth für Grün empfänglich macht. So mindert langes Betrachten eines gelben Feldes die Empfindlichkeit für Gelb, und steigert die für Violet und umgekehrt; langes Ansehen von Blau steigert die für Orange und umgekehrt, während die lange fixirte Farbe selbst immer schmutziger gesehen wird.

3) *Zersetzende Mittel.* Hierher sind diejenigen Einflüsse zu rechnen, welche, ohne erst zu reizen oder eine unschädliche Alteration zu bewirken, sogleich die organisirten Theile zersetzen. Es gehören hierher theils Einflüsse, welche im gelinden Grade der Einwirkung reizend, aber durch stärkere Einwirkung den Zustand der Kräfte zu wesentlich stören, wie Wärme, Elektricität u. s. w., theils *Alterantia*, die im höhern Grade von Einwirkung die Zusammensetzung heftig verändern, indem sie mit einer Gewalt der Wirkung, Combinationen mit organischen Stoffen erzeugen, welcher die organische Kraft das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, wie die *Alterantia narcotica* auf diese Art zu zersetzenden Stoffen werden, und die *Alterantia*, welche in die Bildung und Umwandlung der organischen Säfte eingreifen, z. B. *Antimonialia, Mercurialia,* Mineralsäuren, Alkalien bei dem heftigsten Grade ihrer Einwirkung im concentrirten Zustande eben so zersetzend werden. Die Reize können auf doppelte Art desorganisiren. Erstens können sie nur in einem gewissen Grade Reize seyn, bei höherem Grade der Einwirkung, statt selbst zu integriren, oder die Integration durch Erregung neuer Affinitäten zu befördern, sogleich die Zusammensetzung wesentlich verändern. Dann geht dem örtlichen oder allgemeinen Tode gar keine Reizung mehr voraus, sondern die Zersetzung erfolgt unmittelbar, wie bei dem Tode durch Elektricität, Blitz u. s. w. Oder ein an sich bedingter Weise integrirender Reiz setzt ein Organ zu lange in Thätigkeit, so dass nach den Gesetzen der Erregung in einer gewissen Zeit mehr Kraft unwirksam wird, als in eben so viel Zeit Ruhe wieder wirksam werden kann. Dieses nennt man Ueberreizen. Ein Organ wird dabei fortdauernd schwächer, wie bei der Ueberreizung des Auges durch das Licht. Die Arzneikunde macht von zersetzender Wirkung der Stoffe nur Gebrauch, wenn sie wirklich zerstören will.

John Brown, als er in den *Elementa medicinae* durch Entdeckung einiger Gesetze der Reizbarkeit den ersten Schimmer eines wissenschaftlichen Systems der Medicin in einer noch rohen, für

die Anwendung gefährlichen Gestalt gab, kannte so wenig als seine Nachfolger in der *Erregungstheorie* die durch die *Alterantien* verursachte Wirkung. Nach der BROWN'schen Theorie giebt es keine Veränderung der erregbaren Kräfte ohne vorausgegangene Erregung, und die Erregbarkeit sollte mit dem Leben nur durch Ueberreizung erschöpft werden können. Die Brownianer mussten behaupten, überall, wo eine Einwirkung erschöpft, ging eine absolute Ueberreizung voraus. Sie führten als Beweise für diese Behauptung an, dass gewisse Stoffe, die in geringem Maasse angewandt einigermassen reizen, in grösserem Maasse eine ganz andere Wirkung, und im grössten Maasse Erschöpfung hervorbringen, wie z. B. Opium. Im letztern Falle, sagten sie, ist die Zeit der Reizung ausserordentlich klein und unmerklich. So erklärten sie auch die Wirkungen aller schnell schwächenden Einflüsse. Allein es giebt viele Stoffe, welche in kleinen Gaben schon schwächer diese zersetzenden Wirkungen hervorbringen, wie irrespirable Gasarten, das Viperngift u. s. w. Die Contrastimulisten RASORI, BORDA, BRERA, TOMMASINI haben diesen Fehlgriff von BROWN und seinen Nachfolgern aufgegriffen, und die Stoffe, welche statt zu reizen, gleichsam das Gegentheil davon thun, nämlich die Fähigkeit gereizt zu werden vermindern, *Contrastimulantien* genannt, so dass sie ihre Arzneien in *Stimulantien* und *Contrastimulantien* eingetheilt haben; allein obgleich sie einen grossen Missgriff von BROWN eingesehen, so haben sie doch die alterirende Wirkung so vieler Arzneimittel, die oben festgestellt worden ist, nicht erkannt.

Die Unterscheidungen von BROWN beruhen auf einer ganz einseitigen Anwendung einiger wohlgegründeten *Facta* von der Reizbarkeit, und auf einer Vermengung der integrirenden Lebensbedingungen oder der Lebensreize, Wasser, atmosphärischer Luft, Nahrungsstoff, bestimmter Wärmegrade mit denjenigen Stoffen, welche nur die Reaction der organischen Kräfte und die gesunde Zusammensetzung verändern, und insofern reizen, ohne zu integriren. Ein narkotisches Mittel, d. h. ein *Alterans der Nerven*, kann von Anfang bis zuletzt Symptome hervorbringen; indem es die Zusammensetzung verändert, insofern wirkt es auf jene Grundeigenschaft der organischen Körper, von aussen, nach inneren Gesetzen bestimmt, oder wenn man will, gereizt zu werden; aber dieser Reiz ist kein Reizmittel im therapeutischen Sinne, wo man darunter einen die Organe belebenden und ihre Zusammensetzung integrirenden Reiz versteht.

JOHN BROWN hat die Krankheiten in sthenische und asthenische eingetheilt. In den ersteren sollte die Lebenskraft vermehrt, in den letzteren vermindert seyn. Indessen ist die Krankheit, worin die Lebenskraft vermehrt ist, ein Widerspruch, und es giebt nur unendlich viele locale oder allgemeine Fehler in der Zusammensetzung der organisirten Theile, wobei die allgemeinen Kräfte bald gleich von Anfang darniederliegen, oder im Anfange vorhanden, später abnehmen; daher ist die naturhistorische Eintheilung der Krankheiten nach den afficirten Organsystemen und nach den naturhistorischen Krankheitsbildern die zweckmässigste.

Man hat immer gern die Entzündung als eine Krankheit mit vermehrter Lebenskraft angesehen; die Entzündung ist eine Krankheit, wobei gewisse Erscheinungen verstärkt sind, wie die Wärme; die Menge des Blutes in den kleinsten Gefässen ist grösser; andere Erscheinungen verändert sie, während die Function eines Organes darniederliegt und die Empfindungen eine heftige Verletzung anzeigen. Durch eine Entzündungsursache entsteht eine chemische Veränderung in der Zusammensetzung eines Organes, wir bringen sie auf diese Art durch chemische Agentien hervor. Hiedurch kann eine chemische Affinität, eine Anziehung zwischen dem Blut und der chemisch veränderten Substanz eines Organes entstehen. Diese Affinität kann grösser als im gesunden Zustande zwischen dem belebten Theile und dem Blute seyn. Dass aber diese verstärkte Affinität zwischen Substanz und Blut in der Entzündung bloss eine Verstärkung der natürlichen organischen Anziehung sei, wie sie sich in gewissen gesunden Phänomenen wirksich verstärkt, wie in allen Phänomenen der Turgescenz, ist wegen der Ausgänge der Entzündung und der leicht eindringenden Zersetzung unwahrscheinlich. Die Entzündung ist keine Krankheit mit vermehrter Lebenskraft, denn die Erscheinungen der Entzündung entstehen eben sowohl von dem vorhandenen Streben zur Zersetzung, verursacht durch chemische Veränderung, als von der Reaction der organischen Theile gegen diese Zersetzung.

Die innige Wechselwirkung aller Theile des Organismus bewirkt in dem thierischen Körper eine Art Statik der Kräfte, wo eines alle übrigen bestimmt; auch eine auf einen Theil wirkende Krankheitsursache, indem sie Veränderungen ponderabler und imponderabler Materien hervorbringt, wirkt durch eine Kette von Veränderungen oft bis in entfernte Theile, welche für diesen Krankheitseinfluss gerade am empfänglichsten sind. Die Entziehung von Stoffen an einem Orte verhindert die Anhäufung von ähnlichen oder unähnlichen Stoffen an einem andern Ort, worauf die Anwendung der Ausleerungen in anderen Orten als dem leidenden beruhet. Die Vermehrung der organischen Thätigkeit in einem Organ erregt viele andere Theile; so steht die Vermehrung der organischen Thätigkeit in den Genitalien im Zusammenhang mit der Wiedererzeugung des Geweihes bei den Hirschen, mit der Veränderung vieler Organe bei dem Menschen, Veränderungen, welche dort wie hier die Castration aufhebt.

Unter diesen Erscheinungen der sympathischen Statik muss man unterscheiden, ob sie mehr von der Wechselwirkung abhängen, welcher alle feinen Gewebetheilchen, die ursprünglich Zellen waren, bei dem Thiere so gut wie bei den Pflanzen fähig sind und denjenigen, welche durch das Nervensystem vorzugsweise vermittelt werden. Die Sympathie der Gewebetheilchen, oder allgemeine organische oder vegetative Sympathie, sichtbar in einer Menge krankhafter Erscheinungen, in denen sich eine materielle Veränderung weithin allmälig ausdehnt, erfolgt langsamer; und nach der Affinität der gleichartigen Gewebetheilchen. Die durch die Nerven bewirkte animale Sympathie erfolgt gemeiniglich viel schneller, sie kann auch materielle Veränderungen in Theilen,

welche den Nerven fremd sind, hervorbringen, oft in weiten Entfernungen vom Ausgangspunkte der Reizung. Diess geschieht aber nicht durch Progression einer gleichen materiellen Veränderung bis zu dem Endpunkte, sondern durch Erzeugung eines eigenen Focus materieller Veränderungen vermittelst der Nervenwirkung.

IV. Ueber die den unorganischen und organischen Körpern gemeinsamen Wirkungen.

Die organischen Körper theilen die allgemeinen Eigenschaften der ponderablen Materie. Die Mechanik, Statik, Hydraulik finden auch hier ihre Anwendung. Mehrere Eigenschaften, welche organische Materien mit unorganischen gemein haben können, wie Cohärenz, Elasticität u. s. w. entstehen aber nur unter dem fortwährenden Wirken der organischen Kraft zur Erzeugung einer gewissen Mischung, wie die elastische Arterienhaut ihre Elasticität einige Zeit nach dem Tode verliert. Dann ist die Anwendung der Mechanik, Statik, Hydraulik auf die organische Physik deswegen beschränkt, weil die organischen Ursachen der Bewegung hier am meisten interessiren. Auch die imponderabeln Materien, Elektricität, Wärme, Licht, kommen in den organischen Körpern zur Erscheinung. Mit diesen Wirkungen werden wir uns jetzt besonders beschäftigen.

a. Entwickelung von Elektricität.

Frictionselektricität kann bekanntlich vorzüglich an vielen Körpern organischen Ursprungs entwickelt werden; die galvanische oder Berührungs-Elektricität entsteht nicht bloss durch Contact von heterogenen Metallen; viele andere Materien (besonders Kohle, auch Graphit) können nach den Untersuchungen von A. v. Humboldt und Pfaff die elektromotorischen Metalle ersetzen, und selbst verschiedene thierische Theile wirken in leitender Verbindung in schwächerm Grade ähnlich verschiedenen Metallen. Es würde daher eine ganz falsche Vorstellung seyn, wenn man in den Eigenschaften der verschiedenen Metalle allein die Ursachen der galvanischen Elektricität suchen wollte. Seebeck hat entdeckt, dass sogar homogene Metallstangen von verschiedener Temperatur an einander gelegt, galvanisch werden, dass eine einfache Metallstange an beiden Enden verschieden erwärmt, galvanische Elektricität erzeugt; so dass Heterogeneität der Theile beim Contacte durch Spannung der in allen Körpern vorhandenen elektrischen Materie in + E und — E, oder Veränderung des Gleichgewichtes in der elektrischen Materie und leitende Verbindung die allgemeinsten Bedingungen zur Erzeugung des Galvanismus zu seyn scheinen. Unter diesen Umständen werden auch galvanische Erscheinungen an thierischen Theilen beobachtet.

A. v. Humboldt entdeckte, was ich öfter bestätigt gefunden habe, dass schwache Zuckungen in einem Froschschenkel erfolgen, wenn man einen Nerven und Muskel mit einem frischen Stück Muskelfleisch zugleich berührt. Diese Erscheinung gehört zwar zu den seltneren der galvanischen Versuche, ich kann jedoch ihre Richtigkeit bestätigen. Buntzen baute sogar eine schwache galvanische Säule von abwechselnden Lagen von Muskelfleisch und Nerven. Nach Prevost und Dumas wirkt schon eine Kette von homogenem Metall, frischem Muskelfleisch und Salzwasser oder Blut auf das Galvanometer. Wenn man an die Conductoren des Galvanometers Platten von Platina befestigt und an die eine ein Stück Muskelfleisch von einigen Unzen bringt und die Conductoren in Blut oder eine Salzlösung taucht, entsteht eine Deviation der Magnetnadel des Instrumentes. Eben so, wenn man an einen Conductor ein mit salzsaurem Antimon oder Salpetersäure befeuchtetes Stück Platina, an den andern Conductor ein Fragment von Nerve, Muskel oder Gehirn bringt und beide berührt. Magendie *Journal de Physiol. T.* 3.

Kaemtz (Schweigg. *Journ.* 56. 1.) hat ferner gezeigt, dass sich wirksame trockene Säulen auch aus organischen Körpern ohne alle Mitwirkung metallischer Körper errichten lassen. Concentrirte Lösungen von organischen Körpern wurden auf dünnes Papier aufgetragen und aus Scheiben dieses Papiers Säulen aufgebaut, so dass zwei ungleichartige Schichten durch zwei Papierdicken getrennt waren; die Elektricität dieser Säulen ward an einem Bohnenbergerschen Elektrometer geprüft. So zeigten sich

positiv		negativ
Natron	gegen	Hammeltalg.
Hefen	—	Rohrzucker.
Hefen	—	Kochsalz.
Hefen	—	Milchzucker.
Leinöl	—	Zucker.
Leinöl	—	weisses Wachs.
Stärkemehl	—	Gummi.
Gummi	—	Salep.
Gummi	—	Traganthschleim.
Gummi	—	Bärlappsamen.
Eiweiss	—	Gummi.
Eiweiss	—	Ochsenblut.
Ochsenblut	—	Belladonnenextract.
Ochsenblut	—	Stärkemehl.

Elektrische Organe einiger Fische.

Die elektrischen Fische sind nach diesen Prämissen weniger wunderbar, obgleich ihre Entladungskraft nur während des Lebens und bei ungestörtem Nerveneinfluss stattfindet. Unter den Rochen ist die Familie der *Torpedines* elektrisch, umfassend die Gattungen *Torpedo, Narcine, Astrape, Temera;* zu der erstern Gattung Torpedo gehören die beiden Zitterrochen der südlich europäischen Meere, *T. oculata* und *T. marmorata.* Unter den

Rhinobaten giebt es keine elektrischen. Der sogenannte elektrische *Rhinobatus* beruht auf einer Verwechselung mit dem Brasilischen Zitterrochen, *Narcine brasiliensis*. Elektrisch sind ferner der *Zitteraal*, *Gymnotus electricus*, in mehreren Flüssen von Südamerika, der *Zitterwels*, *Silurus electricus seu Malapterurus electricus*, im Nil und im Senegal. Der *Tetrodon electricus* *) von Patterson ist nicht wieder gesehen worden; gänzlich zweifelhaft ist *Trichiurus electricus*.

Die elektrischen Organe der *Zitterrochen* liegen zu beiden Seiten des Kopfes und der Kiemen, und bestehen aus neben einander stehenden 5—6seitigen Prismen, welche die ganze Dicke des Fisches an jenen Stellen einnehmen. Jedes Prisma bildet eine mit Nerven und Gefässen umgebene Röhre mit dünnhäutigen Wänden, in der eine grosse Menge (150) überaus dünner, parallel auf einander geschichteter Querplatten mit einer zwischen allen verbreiteten gallertartigen Flüssigkeit liegen. Zu diesen Organen gehen jederseits drei starke Nerven, vom N. vagus, welche vorher Zweige den Kiemen abgeben. Auch ein Ast vom *N. quintus* verbreitet sich in den vordern Theil des Organes. Hunter *Philos. transact.* 1773. *p.* 2. *tab.* 20.

Die Organe des *Zitteraals* und *Zitterwelses* liegen nach Rudolphi's genauen Untersuchungen zu beiden Seiten vom Kopf bis zum Schwanz und sind jederseits doppelt, ein oberflächliches und ein tieferes; beide sind durch eine Scheidewand, bei *Gymnotus* seitlich auch von Muskeln getrennt. Bei *Gymnotus electricus* bestehen die Organe aus horizontalen, in der Länge des Fisches ausgespannten Häuten von $\frac{1}{3}$ Lin. Distanz, zwischen denen von innen nach aussen gerichtete, senkrechte Scheidewände sich befinden, in deren Zwischenräumen Flüssigkeit ist. Das kleinere tiefere Organ ist noch feiner getheilt. Die Nerven des Organes sind 224 Intercostalnerven, die an der innern Seite des Organes hinabgehen und sich in alle Lagen zertheilen, während feinere Enden der Intercostalnerven unter dem kleinen Organ an die Haut des Fisches gehen. Ein Nerve, der durch Zweige vom *N. quintus* und *N. vagus* zusammengesetzt wird, geht oberflächlich, ohne sich in dem Organe zu vertheilen, in die Rückenmuskeln. Rudolphi *in den Abhandlungen der Academie von Berlin im J.* 1820 —1821 *und im J.* 1824.

Bei dem *Zitterwels* giebt es, wie Rudolphi gezeigt hat, auch jederseits zwei elektrische Organe, die ich nach Rudolphi und nach eigener Anschauung dieser Theile beschreibe. Beide sind durch eine aponeurotische Haut getrennt, das äussere liegt oberflächlich unter dem *Corium*, das innere über der Muskelschicht; die Nerven des äusseren kommen vom *N. vagus*, der unter der *Aponeurosis intermedia* hergeht, aber diese mit seinen Zweigen durchbohrt, um in das äussere Organ zu gehen; die Nerven des innern Organes kommen von den Intercostalnerven und sind

*) Mehrere *Tetrodon* mit verlängerter Schnautze in der Art wie bei dem fraglichen *Tetrodon electricus*, welche ich untersuchte, zeigten nichts von electrischen Organen.

äusserst fein. Das äussere Organ besteht aus sehr kleinen rautenförmigen Zellen, die man mit der Loupe betrachten muss, das innere scheint auch aus Zellen zu bestehen. Rudolphi nennt die Substanz des innern Organes flockig. Rudolphi *in den Abhandlungen der Academie zu Berlin* 1824.

Die Wirkungen der elektrischen Fische auf thierische Wesen gleichen ganz den elektrischen Entladungen. Die Erschütterung des Zitterrochens reicht bei der Berührung mit der Hand bis zum Oberarme, die Zitteraale vermögen dagegen selbst Pferde zu bekämpfen und zu schwächen, was A. v. Humboldt so schön in seinen *Ansichten der Natur* beschrieben hat. Es steht fest, dass sowohl beim Zitterrochen als beim Zitteraal, welche bisher allein in Hinsicht der Wirkungen näher untersucht sind, die Isolatoren der Elektricität die elektrische Kraft der Organe aufhalten, und die Conductoren, wie Metall, Wasser, sie leiten, dass sich die Entladung durch eine Kette von Personen fortpflanzt, wenn die äussersten Glieder den Fisch berühren. Walsh hat sogar beim Zitteraal elektrische Funken entlockt, indem er den Schlag durch einen auf eine Glasscheibe geklebten und in der Mitte durchschnittenen Staniolstreifen leitete. *Journ. de phys.* 1776. *Oct.* 331. Fahlenberg hat diesen Versuch mit gleichem Erfolge wiederholt, indem der Fisch sich in der Luft befand. *Vetensk. Acad. nya handling.* 1801. 2. *p.* 122. Guisan hat in Guiana eine Reihe sorgfältiger Versuche mit dem Zitteraal angestellt und vielfach die Lichterscheinungen beobachtet. Guisan *de Gymnoto electrico. Tubing.* 1819. Ebenso Faraday bei den kürzlich in London angestellten Versuchen. *Philos. Transact.* 1839. *p.* 1. Fror. *Not.* 1839. *Nr.* 259. Linari und Matteuci ist es neulich selbst beim Zitterrochen gelungen, einen Funken zu erhalten.

J. Davy war der Erste, der bei Anwendung des Galvanometers auf den Zitterrochen einen entschiedenen Erfolg beobachtete. *Philos. Transact.* 1834. *p.* 2. Er hat auch die Versuche über die Wasserzersetzung mit Erfolg angestellt. Eine der feinsten Reagentien für die Elektricität ist hier wie auch sonst eine gelatinöse Masse, die man durch Zusatz von Stärke in Pulver zu einer gesättigten oder fast gesättigten Solution von Jodkalium erhält. Eine einfache Combination von Kupfer- und Zinkdraht und sehr verdünnter Säure bewirkt in dieser Zusammensetzung eine Präcipitation von Jodstärkmehl. Aehnliche Versuche mit dem Galvanometer und dem Jodkalium sind von Faraday am Zitteraale angestellt.

Die Kraft der Entladung ist ganz willkührlich und an die Integrität der Nerven jener Organe geknüpft. Man kann den elektrischen Fischen das Herz ausschneiden, und sie können noch lange Schläge austheilen, aber mit der Zerstörung des Gehirns oder Durchschneidung jener Nerven hört das Vermögen der Entladung auf; die Zerstörung des elektrischen Organes einer Seite hebt die Wirkung des andern nicht auf. Auch ist es von allen Beobachtern anerkannt, dass die Entladung nicht bei jeder Berührung erfolgt, sondern von der Willkühr des Fisches abhängt,

so dass man ihn oft erst reizen muss. Auf die Richtung der Entladung hat der Fisch keinen Einfluss. Die Schläge scheint er selbst kaum zu empfinden. Beim Zitteraal bemerkt man bei der Erschütterung gar keine Bewegung, beim Zitterrochen nur eine geringe Bewegung der Brustflossen; dagegen sind die elektrischen Fische in Wunden für den künstlichen galvanischen Reiz vollkommen sensibel. Anderseits erleiden Zitteraale, indem sie den Schlag eines andern leiten, keine krampfhaften Bewegungen, wie v. Humboldt gesehen.

Der elektrische Schlag wird fühlbar, wenn das Thier zu dessen Ertheilung geneigt ist, sey es nun, dass man mit einem einzelnen Finger nur eine einzige Oberfläche der Organe berühre, oder dass man mit beiden Händen seine beiden Oberflächen oben und unten anfasse. In beiden Fällen ist es gleichgültig, ob die Person, welche den Fisch berührt, isolirt sey oder nicht. In vielen Punkten stimmen nun Zitterrochen und Zitteraal überein, in einigen weichen sie ab. Gay-Lussac und v. Humboldt haben darüber sehr schöne Aufschlüsse gegeben. Wenn eine Person den Zitterrochen mit einem einzigen Finger berührt, so erfolgt die Entladung, die Person mag isolirt seyn oder nicht. Wenn sie aber isolirt ist, so muss die Berührung unmittelbar seyn. Man berührt den Zitterrochen mit Metall ohne Erfolg, während der Zitteraal seine Stösse durch das Mittel eines mehrere Fuss langen Eisenstabes ertheilt. Wird ein Zitterrochen auf eine ganz dünne Metallscheibe gelegt, so fühlt die Hand, welche die Scheibe hält, niemals eine Erschütterung, wenngleich eine zweite isolirte Person das Thier reizt, und obschon die krampfhaften Bewegungen der Brustflossen sehr starke Entladungen darthun. Wird hingegen der auf der Metallscheibe liegende Zitterrochen, wie vorher, von Jemand mit der einen Hand gehalten, mit der andern Hand an der obern Fläche berührt, so wird alsdann eine kräftige Erschütterung in beiden Armen verspürt. Die Empfindung ist die nämliche, wofern der Fisch sich zwischen zwei Metallscheiben befindet, deren Ränder sich einander nicht berühren, und wenn alsdann beide Hände gleichzeitig an diese Scheiben gelegt werden. Wenn aber die Ränder beider Metallscheiben sich berühren, so hört jede Erschütterung auf, die Kette zwischen beiden Oberflächen des elektrischen Organes wird alsdann durch die Scheiben gebildet, und die neue Verbindung, welche durch Berührung beider Hände mit den Scheiben zu Stande kommt, bleibt ohne Wirkung. *Ann. de Chemie.* 65. 15.

Schon J. Davy beobachtete ein elektrisch verschiedenes Verhalten der Oberflächen des Zitterrochen. Dasselbe fanden Linari und Matteuci. Die Richtung der Ströme ist durchgehends von der Rücken- zur Bauchseite. Alle Punkte der Rückenfläche des Organes sind nach Matteuci positiv in Beziehung zu allen Punkten der Ventralseite. Die Punkte des Organes auf der Rückseite desselben, welche über den eintretenden Nerven liegen, sind positiv in Beziehung zu allen anderen Punkten derselben Rückenfläche. Die Punkte des Organes auf der Bauchseite, welche den positiven Punkten der Rückenfläche entsprechen, sind negativ in Beziehung

auf andere Punkte derselben Bauchfläche, wie sich aus der Anwendung des Galvanometers ergiebt.

Beim Zitteraal hat FARADAY ermittelt, dass der Strom immer vom Vordertheil des Thiers nach dem Hintertheil geht, das erstere war also äusserlich positiv, das letztere negativ elektrisch. Der mittlere Theil der Länge des Fisches ist negativ gegen den positiven Vordertheil und positiv gegen den negativen Hintertheil. Die Schläge waren für das Gefühl am stärksten, wenn die eine Hand das Vordertheil, die andere das Hintertheil anfasste, er war um so schwächer, je näher sich beide Hände befanden. Die Berührung des Zitteraals auf den entsprechenden Stellen der rechten und linken Seite bewirkte einen nur kleinen Schlag, wie bei der Berührung mit nur einer Hand. Das Eintauchen beider Hände in das Wasser in geringer Entfernung vom Fisch gewährt einen stärkern Schlag, als die Berührung des Fisches selbst durch nur eine Hand. Wenn der Zitteraal kleinere Fische durch seine Schläge tödten will, so bildet er mit seinem Körper um sie einen Bogen.

Die Haut der elektrischen Fische spielt bei der Entladung keine wesentliche Rolle. MATTEUCI sah, dass die Organe des Zitterrochen nach dem Abziehen der Haut ihre Entladungskraft noch behielten, die Entladungen erfolgen sogar noch, wenn Scheiben von dem Organ weggeschnitten worden.

Ueber das Verhältniss der Nerven zu der Entladung haben wir erst durch MATTEUCI's verdienstvolle Untersuchungen befriedigende Aufschlüsse erhalten. *Essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris* 1840. Nach Durchschneidung aller Nerven des Organes hat der Zitterrochen die Fähigkeit der Entladung verloren. Wird dann das peripherische Ende eines der Nerven mechanisch gereizt, so erhält man noch einige Entladungen. Vom Gehirn hat nur der letzte Lappen, *lobus medullae oblongatae*, von dem die Nerven des Organes entspringen, auf die Entladung Einfluss. Sie erfolgt jedesmal bei der Berührung dieses Lappens. MATTEUCI untersuchte die Wirkungen einer galvanischen Säule auf den Zitterrochen. War der positive Pol mit dem Gehirn, der negative mit dem elektrischen Organ verbunden, so dass ein Strom vom positiven Pol (Gehirn) aus nach dem Organ bewirkt wurde, so fand jedesmal Entladung statt. War hingegen der positive Pol mit dem Organ, der negative mit dem Gehirn verbunden, so entstand (wenn das Thier nicht zu reizbar war) keine Entladung, sondern Muskelzuckung des Fisches. In diesem Fall war ein elektrischer Strom durch den positiven Pol der Säule vom Organ aus nach dem Gehirn bedingt. Wurde der Versuch mit der Säule aus einem ganz ausgeschnittenen Organ und seinen abgeschnittenen Nerven angestellt, so zeigte sich kein Unterschied je nach der Richtung des Stroms, die Entladung erfolgte in beiden Fällen. Wurden bei einem Zitterrochen die isolirten Nerven allein den beiden Polen der Säule ausgesetzt, so erfolgte jedesmal Entladung; sie erfolgte aber nicht, wenn die Pole der Säule auf das Organ allein angewandt wurden, woraus man sieht, dass die Nerven zur Bewirkung einer Entladung nothwendig sind. Uebri-

gens zeigt ein mit den isolirten Nerven des Organes verbundenes Galvanometer, während der Entladung eines Zitterrochen, keine Ablenkung.

Matteuci schliesst aus diesen Thatsachen, dass die Elektricität des Zitterrochens sich nicht in den Organen erzeugt, dass die Strömung ihre Richtung von dem Gehirn erhält und dass die Elektricität in dem Apparate nur verstärkt wird, wie in einer Leidner Flasche. Diess scheint mir indess keineswegs aus den Beobachtungen zu folgen. Nach Entfernung der elektrischen Organe hören die elektrischen Erscheinungen an dem Rest des Thiers ebenso auf, wie nach der Durchschneidung der Nerven an den Organen, und vom Gehirn ausgehende elektrische Strömungen in den Nerven lassen sich nicht direct nachweisen.

Eine befriedigende *Theorie* der elektrischen Wirkungen der elektrischen Fische ist bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft noch nicht möglich, da man das geheimnissvolle Verhältniss der Nerven zur Elektricität an anderen Stellen des Körpers ebenso wenig kennt als hier. Daher lassen sich hier nur Möglichkeiten besprechen. Entweder sind die elektrischen Organe selbst die Quellen der Elektricität, oder sie sind es nicht, und die Nerven selbst sind die unmittelbaren Quellen derselben.

Im erstern Fall muss man annehmen, dass die ohne Einfluss der Nerven nicht geladenen elektrischen Organe den Nerven die Mittel darbieten, bei ihrer plötzlichen, nicht elektrischen Action auf die Materie der Organe, einen heterogenen elektrischen Zustand zu entwickeln, wie sich unter dem Einfluss des Lebens auch Licht in organischen Körpern entwickelt.

Im zweiten Fall, wenn elektrische Strömungen in den Nerven selbst die unmittelbaren Quellen der Wirkung sind, so kann das Verhalten der Organe zu diesen Strömungen wieder ein verschiedenes seyn.

a. Die elektrischen Organe können die Rolle eines halbleitenden Condensators spielen, in welchem die Elektricität aber unter plötzlich verstärkten Strömungen der Nerven als Entladung erfolgt. Oder auch die elektrischen Organe können eine secundäre Säule darstellen, in welcher die Elektricität nicht erzeugt wird, die vielmehr von den Nerven aus geladen wird. Diese Ansicht stellt Matteuci auf. Man versteht unter *secundärer Säule* der Physik eine von gleichartigen, mit feuchten Scheiben abwechselnden Metallplatten aufgerichtete Säule, welche für sich zur Erzeugung der Elektricität unwirksam ist, aber als Glied mit einer regelmässigen galvanischen Säule verbunden geladen wird, und ihre Ladung behält, wenn sie aus dieser Kette herausgenommen wird, so dass sie dann entladen werden kann.

b. Die elektrischen Organe könnten aber auch, wenn in den Nerven selbst elektrische Ströme circuliren, einen Apparat darstellen, der durch Induction elektrisch wird, ohne die Ströme aus den Nerven aufzunehmen, so wie eine vollständig isolirte elektrische Spirale in einer andern darin steckenden isolirten Spirale einen elektrischen Strom erzeugt, ohne dass beide Spiralen in irgend einem Zusammenhange stehen. Wenn die Nerven über-

haupt von der Elektricität durchströmt seyn sollten, so sind diese Ströme in der Röhre der primitiven Fäden jedenfalls völlig isolirt, denn nirgends zeigt ein Nerve eine Ableitung von Elektricität. Die Umbiegung der Nervenfäden an ihren peripherischen Enden in rücklaufende Fäden, welche Prevost und Dumas in den Muskeln wahrscheinlich zu machen suchten, und welche Valentin, Emmert, Burdach bewiesen, ist, wenn elektrische Strömungen vorhanden sind, ebenso wenig zu einer Ableitung geeignet. In den elektrischen Organen der Zitterrochen sah ich eben solche Plexus und Schlingen bei Untersuchung dünner Lamellen an frischen Thieren. Bei dieser Hypothese würde der elektrische Strom in den Nerven selbst in sich geschlossen, der inducirte Strom des Organes aber der Ableitung fähig seyn. Alles diess ist jedoch hypothetisch und bis jetzt die Ansicht von der Elektricität in den Nerven noch weit von einem Beweis entfernt, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird.

Warum die elektrischen Fische nicht von ihrer eigenen Elektricität leiden, bedarf noch der Untersuchung, so wie, welche Bedingungen dazu gehören, um an ihrem eigenen Körper durch ihre Elektricität Zuckungen zu bewirken.

Elektricitätserscheinungen bei anderen Thieren.

Die elektrischen Erscheinungen der elektromotorischen Fische sind durch besondere Apparate bewerkstelligt. Ob aber sonst im Thierreich und beim Menschen durch die gewöhnlichen organischen Thätigkeiten sich Elektricität entwickele, ist eine andere Frage.

Im Frühjahre vor der Begattung besitzen die Frösche eine ausserordentliche Reizbarkeit für das galvanische Fluidum; nicht bloss der galvanische Strom eines einfachen Plattenpaars bringt mit dem Nerven, oder Nerven und Muskel in eine Kette gebracht, Zuckung des Froschschenkels hervor, eine einzige homogene Metallplatte reicht hin, an einem von der Haut entblössten Froschschenkel mit heraushängendem Nerven, welcher auf einer isolirenden Glasplatte liegt, die Erscheinung hervorzurufen. Wenn man in die eine Hand eine Zinkplatte nimmt und mit dieser Platte den Nerven berührt, während ein Finger der andern Hand den Froschschenkel berührt, so entsteht jedesmal eine starke Zuckung. Legt man den Nerven des Schenkels auf eine Zinkplatte und verbindet Nerven und Schenkelmuskeln durch ein Stück von einem Frosch, so entsteht jedesmal auch eine Zuckung. Am merkwürdigsten sind jedoch die galvanischen Erscheinungen, die man ohne Mitwirkung irgend eines Metalls oder fremden Körpers an dem Froschschenkel hervorbringt. Diese Erscheinung ist von Galvani entdeckt, und durch die Versuche von A. v. Humboldt u. A. bestätigt. Zu diesem Zweck wird der Frosch über den Lenden durchschnitten, an dem hintern Stück auch der Schenkel von den Lenden mit Ausnahme der Nerven getrennt, und die Muskeln des Unterschenkels gegen den Schenkelnerven zurückgebogen. Bei der Berührung erfolgt an sehr reizbaren Fröschen die Zuckung.

In ähnlicher Weise bewirkte ich an einem blossen Unterschenkel mit heraushängendem Stamm des Schenkelnerven Zuckung, wenn ich den Nerven mit einem isolirenden Stäbchen dem Unterschenkel näherte und mit dem Nerven die nasse Oberhaut des Unterschenkels berührte. Auch erfolgte eine Zuckung, wenn ich den Nerven vom Unterschenkel wieder abzog. Complicirter ist der von ALDINI, v. HUMBOLDT und mir angestellte Versuch, dass man zwischen dem Nerven des präparirten Froschschenkels und dem Unterschenkel die Kette durch einen lebenden oder todten Frosch, oder durch ein Stück Muskelfleisch schliesst.

GALVANI, ALDINI, A. v. HUMBOLDT und in neuerer Zeit MATTEUCI haben diese Erscheinungen zur Begründung der Ansicht benutzt, dass die hierbei entwickelte Elektricität dem Lebensprocess selbst angehöre, während VOLTA die Ansicht geltend machte, dass in jenen Phänomenen Nerven und Muskeln nur als physische Elemente einer Kette zu betrachten seien, welche nicht durch ihre lebendigen Eigenschaften, sondern durch ihren materiellen Zustand gleich heterogenen Metallen wirksam sind. Nach dieser Erklärung ist Lebenserscheinung nur die Zuckung, und diese zugleich das Elektrometer für das Spiel der physischen Kräfte, das auch bei einer Kette von todtem Muskel und todtem Nerven sich äussern muss, aber durch keine lebendige Contraction, das empfindlichste Elektrometer, mehr angezeigt werden kann. Obgleich man nicht behaupten kann, dass VOLTA's Ansicht entschieden bewiesen sei, so hat doch auch die gegentheilige Ansicht bisher nicht bewiesen werden können. NOBILI und MATTEUCI haben bewiesen, dass der Nerve bei jenen Versuchen sich positiv, der Muskel negativ verhält, oder dass der Strom der entwickelten Elektricität vom Nerven zum Muskel geht, und MATTEUCI hat das Verdienst, diese Versuche bis zu einem hohen Grad von Präcision geführt zu haben; aber der Beweis, dass eine Kette von organisch verbundenem Muskel und Nerven und Salzwasser, worin das Galvanometer ein Glied ist, auf dieses wirkt, welchen MATTEUCI geleistet, kann ebenso gut für eine Bestätigung der Voltaschen Ansicht gehalten werden. Der Draht des Galvanometers und Salzwassers sind selbst schon nicht gleichgültige galvanische Elemente, und könnten diese auch völlig in jener Kette beseitigt werden, so würde jede Nachweisung der Elektricität immer auch wieder als Bestätigung der Voltaschen Alternative gelten können. Auch wäre es nöthig, einen Gegenversuch mit einem ganz abgestorbenen reizlosen Froschschenkel und Salzwasser anzustellen. ED. WEBER hat beobachtet, dass schon die Berührung des lebenden oder todten thierischen Körpers mit Kupfer und Kupfer in einer Kette Elektricität erzeugt. Daher beweist der Versuch von DONNÉ, durch welchen bei Verbindung verschiedener secernirender Flächen mit dem Galvanometer ein elektrischer Strom nachgewiesen werden sollte, in der That nicht; und es ist klar, dass alle Versuche mit diesem Instrument in kettenartiger Verbindung mit heterogenen thierischen Theilen ohne alle Beweiskraft sind.

Deswegen mussten die Bemühungen der Naturforscher darauf gerichtet seyn, direct an den Nerven oder Muskeln selbst, und

ohne ihre Wirkung in einer galvanischen Kette, elektrische Strömungen aufzusuchen. Diess kann auf mehrfache Weise geschehen.

1. Durch Prüfung der Nerven während ihrer Action, oder der Muskeln während ihrer Action mit dem Galvanometer; auf diese Weise erhielten weder ich noch Andere jemals Reactionen. S. Person *sur l'hypothese des courans électriques dans les nerfs* in *Journ. de Physiologie. T. X.* 1830. Bischoff in Muell. *Arch.* 1841. 20. Allerdings lässt sich dagegen einwenden, dass der primitive Faden im Innern seiner Nervenröhre von einer isolirenden fettigen Schicht umgeben ist, und daher seine eigenen Strömungen nur in der Richtung seiner Länge leitet, dass ferner die Wirkung der Nerven auf das Galvanometer durch das Nebeneinanderhergehen centrifugaler und centripetaler Strömungen in verschiedenen Fasern eines und desselben Nerven aufgehoben werde.

2. Durch Prüfung der Nerven und Muskeln auf ihre Fähigkeit, andere isolirte elektrische Ströme anzuziehen, oder in anderen isolirten Leitern durch Induction Ströme hervorzurufen. Hierher gehören Versuche von Ed. Weber, auf welche er sich in seiner Schrift *de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis* bezieht, deren Detail aber noch nicht bekannt gemacht ist. Ed. Weber beobachtete eine Wirkung auf das Magnetometer, als die Muskeln eines Menschen in der Nähe eines Eisenstabes sich zusammenzogen, ist jedoch ungewiss, ob diess nicht von einer anderweitigen Störung des magnetischen Zustandes abzuleiten ist. Prevost sah, dass eine Nadel von weichem Eisen, durch die Länge eines Muskels durchgestochen bei der Zusammenziehung des Muskels magnetisch wurde, und im Moment der Zusammenziehung Eisenfeile anzog. Ein Versuch, der jedoch bei seiner Wiederholung durch Peltier (*Ann. des sc. nat.* 9. 1838. *p.* 89.), Valentin (*Repert. III.* 41.) u. A. misslang.

Ich habe die Wirkung der vorausgesetzten elektrischen Ströme der Nerven auf isolirte Spiralen geprüft, die ich bald schraubenartig um die Nerven oder Muskeln, bald wie die Windungen des Galvanometers um die Länge eines Froschschenkelpräparates gehen liess, immer ohne allen Erfolg. Man sollte erwarten, dass intensive vom Rückenmark ausgehende Ströme beim Tetanus eines Frosches auf eine über dem Rückenmark, oder dem Schenkelnerven oder den Schenkelmuskeln aufgehängte Magnetnadel wirken, das war jedoch nicht der Fall. Freilich bleibt auch hier der Einwand, dass diese Wirkung ausbleiben muss, sobald in einem Nerven entgegengesetzte Ströme nebeneinander hergehen.

Es ist von Interesse die Leitungsfähigkeit der Nerven für die Elektricität mit derjenigen anderer Körper zu vergleichen. Die verschiedenen Theile des menschlichen Körpers leiten nach Weber nicht besser, als es sich von einem, von Blut und salzigen warmen Flüssigkeiten durchdrungenen Körper erwarten lässt, nämlich 10—20 Mal besser als gleich warmes destillirtes Wasser, was mit der Leitungskraft des warmen salzigen Wassers übereinstimmt. Ich glaubte aus verschiedenen Versuchen schliessen zu müssen, dass die Nerven keine besseren Leiter für elektrische Ströme sind, als andere nasse thierische Theile. In den Versuchen von Bischoff

(Muell. *Archiv* 1841. *p.* 20.) zeigten sich die Nerven als ziemlich schlechte Leiter. Während die mit den Dräthen des Galvanometers verbundenen Platinnadeln in den *N. ischiadicus* eines Frosches auf 4''' Entfernung eingesenkt waren, wurden die Electroden eines Plattenpaares von 20 □ Z. so mit demselben Nerven in Verbindung gesetzt, dass das Nervenstück, welches zur Schliessung der Kette diente, auch die Drähte des Galvanometers enthielt. Die von dem galvanischen Strom entstehenden Zuckungen waren von keiner Wirkung auf das Galvanometer begleitet. Und ebenso verhielt sich die Leitungsfähigkeit eines ausgeschnittenen Nerven.

Mag nun in den Nerven Elektricität wirken oder nicht, auf jeden Fall können die mannichfaltigen chemischen Vorgänge im thierischen Körper nicht ohne Wirkung auf Elektricitätserzeugung seyn, und der hierdurch herbeigeführte Zustand muss sich im Allgemeinen an der Oberfläche des thierischen Körpers kund geben. Hierher gehören einige ältere von Pfaff und Ahrens (Meck. *Arch.* 3. 161.) mit einem Goldblatt-Elektrometer angestellte Versuche. Die zu prüfende Person befand sich auf einem *Isolatorium.* Die Collectorplatte des auf das Elektrometer aufgeschraubten Condensators wurde von der Person berührt, die obere Platte desselben war mit dem Erdboden in leitender Verbindung. Die Resultate sind:

1. In der Regel ist die eigenthümliche Elektricität des Menschen im gesunden Zustande positiv.

2. Selten übersteigt sie an Intensität die Elektricität, welche das mit dem Erdboden in leitender Verbindung stehende Kupfer mit dem Zink hervorbringt.

3. Reizbare Menschen von sanguinischem Temperament haben mehr freie Elektricität als träge von phlegmatischem Temperament.

4. Des Abends ist die Menge der Elektricität grösser als zu den anderen Tageszeiten.

5. Geistige Getränke vermehren die Menge der Elektricität.

6. Die Weiber sind öfter als die Männer negativ elektrisch, doch ohne bestimmte Regel. Gardini hatte zur Zeit der Menstruation, wie auch während der Schwangerschaft negative Elektricität gefunden.

7. Im Winter sehr durchkältete Körper zeigen erst keine Elektricität, die aber allmählig mit der Erwärmung zum Vorschein kommt.

8. Auch der ganz nackte Körper, so wie jeder Theil des Körpers, zeigt dieselben Phänomene.

9. Während der Dauer rheumatischer Krankheiten scheint die Elektricität auf 0 zu sinken und so wie die Krankheit weicht, wieder zum Vorschein zu kommen. Ueber die Elektricität, die sich bei der Vegetation der Pflanzen erzeugt, siehe Pouillet, *Ann. d. chim. et d. phys.* 35. 420.

b. Wärmeerzeugung.

Warmblütige Thiere.

Die Wärme des Menschen beträgt in den inneren Theilen, welche zunächst zugänglich sind, wie Mund, Mastdarm u. s. w. 29,20° — 29,60° R. oder 36,50° — 37° C. oder 97,7° — 98,6° Fahr. Die Wärme des Blutes $30\frac{1}{2}$° — 31° R. (nach Magendie 31°, nach Thomson $30\frac{6}{9}$°), in Krankheiten bis $32\frac{8}{9}$ — $33\frac{3}{9}$°. In der Blausucht mit gestörter Ausbildung des arteriösen Blutes in den Lungen von Herzfehlern ist die Eigenwärme oft einige Grade schwächer, z. B. 21° R. in der Hand; in der Cholera asiat. fällt die Wärme des Mundes auf 21° und 20° R. Im Schlafe ist die Wärme des gesunden Menschen nach Autenrieth $1\frac{1}{2}$ Grad Fahr. geringer als bei Tage, Abends soll die Wärme etwas grösser als des Morgens seyn.

Ueber die Temperatur der Thiere haben Tiedemann und Rudolphi sehr ausführliche und vollständige Zusammenstellungen der vorhandenen Beobachtungen geliefert, auf welche ich verweise. Ich beschränke mich darauf, hier anzuführen, dass die Temperatur der Säugethiere in den verschiedenen Gattungen von 36—41° C., der Vögel von 38 — 44° C. variirt. Die höchste Temperatur scheinen unter den warmblütigen Thieren die kleineren Singvögel mit 44° C. zu haben.

Die Fähigkeit, Wärme zu erzeugen, kommt den warmblütigen Thieren nicht unter allen Bedingungen zu. Edwards fand dieses Vermögen bei alten Leuten geringer. Der Embryo der Säugethiere hat nur die Temperatur der Mutter, und verliert sie aus der Mutter entfernt nach den Versuchen von Autenrieth und Schuetz (*experimenta circa calorem foetus et sanguinem. Tub.* 1799.). Dasselbe schnelle Erkalten bemerkt man nach Edwards selbst bei den Neugebornen der meisten Raubthiere und Nagethiere, sobald sie bei 10 — 12° Cent. von der Mutter entfernt werden, dagegen sie an der Mutter liegend nur 1 — 2° Cent. kälter als die Mutter selbst sind. Diess gilt auch von ganz jungen Vögeln, so dass junge Sperlinge acht Tage nach dem Auskriechen, während sie im Neste 35 — 36° Cent. Wärme hatten, ausser dem Neste bei 17° Cent. in einer Stunde auf 19° sanken; andere Versuche zeigten, dass hieran nicht die Nacktheit Schuld ist. Froriep's *Notizen* 161. Nach Edwards Untersuchungen kommen mehrere Säugethiere in einem viel weniger entwickelten Zustande zur Welt als andere, so wie Hunde, Katzen, Kaninchen, diese haben viel weniger innere Wärme als viele andere Säugethiere, welche nicht blind geboren werden. Nach 14 Tagen gleicht sich diess aus, und jene erreichen dann das Stadium, welches diese bei der Geburt schon haben. Vergl. Legallois, Meckel's *Archiv* 3. 454. Beim Menschen ist bekanntlich das Bedürfniss äusserer Wärme zur Erhaltung der eigenen Temperatur im Zustande des Neugebornen auch sehr gross, wohl nicht minder als bei den Raubthieren und Nagethieren. Auch haben die statistischen Untersuchungen von Edwards gezeigt, dass der Mangel an Temperatur

in einem bisher nicht gewürdigten Verhältniss Ursache der Sterblichkeit bei den neugebornen Menschen ist. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824.

Unter den erwachsenen warmblütigen Thieren zeigt sich eine gewisse Unabhängigkeit der Wärmeerzeugung von der äussern Temperatur, die indess bei der verschiedenen geographischen Verbreitung der Thiere und nach ihren inneren Lebensverhältnissen verschieden ist, und deren Grenzen die Wanderungen vieler Thiere nach Massgabe des durch Jahreszeiten bedingten Temperaturwechsels veranlassen. Indessen dauern die Thiere der Polarländer, z. B. Säugethiere, nach Parry's Beobachtungen, selbst bei der Temperatur des Gefrierpunktes vom Quecksilber (40° Cent.), ja bis 46° unter Null aus. S. das Nähere bei Tiedemann a. a. O. p. 461. 466.

Einige Säugethiere dagegen, die *Winterschläfer* (Murmelthiere, Siebenschläfer, Haselmaus, Hamster, Igel, Fledermäuse, Dachs, Bär, beide letztere unvollkommen), erhalten ihre Wärme nur bei einer gemässigten äusseren Temperatur, und verlieren an Temperatur mit der äusseren Kälte, so dass sie in Asphyxie, Scheintod verfallen, und mehrere bei 10—12° Cent. unter Null sogar erfrieren. Im Allgemeinen ist die Temperatur der wachenden Winterschläfer nicht von der anderer Säugethiere verschieden, doch hat *Myoxus avellanarius* nach Berthold im wachenden Zustande nur $23\frac{3}{4}$° R. Mit den Erscheinungen des Winterschlafes haben uns Pallas, Spallanzani, Mangili, Prunelle, Saissy, Czermak, Berthold bekannt gemacht. Winterschläfer verfallen meistens nicht in diesen Zustand, so lange sie in einer Temperatur von 8—9° R. erhalten werden, die Haselmaus erhält sogar bis auf 5° R. über Null ihre ganze Lebendigkeit, wie Saissy gegen Spallanzani anführt. *Mém. de Turin.* 1810—12. Meckel's *Archiv für Physiol.* 3. *p.* 133. Saissy widerlegt Mangili's Angabe, dass der Winterschlaf von der Temperatur unabhängig sey, und bei späterem Herbst und früherem Frühling darum weder später eintrete, noch früher aufhöre. Pallas brachte Murmelthiere in einen Eiskeller im Sommer, Saissy Igel und Siebenschläfer auf dieselbe Art zum Schlafen. Dagegen erwachen die Thiere im strengsten Winter, wenn sie in eine Temperatur von +9—10° gebracht werden. Czermak's Beobachtungen am Siebenschläfer, *Myoxus glis*, und Berthold's Beobachtungen an der Haselmaus, *Myoxus avellanarius*, sprechen hinwieder für einen gewissen Grad von Unabhängigkeit des Winterschlafs von der äussern Temperatur. Siehe Mueller's *Archiv* 1835. 150. 1837. 63. Die letztern verfallen in den Schlaf, sie mögen sich im Freien oder im geheitzten Zimmer befinden. Die Individuen von *Myoxus avellanarius*, welche Berthold besass, schliefen selbst bei einer Temperatur von 8—14° R., obgleich der Schlaf allerdings tiefer und anhaltender ist bei einer niedern äussern Temperatur. Die Siebenschläfer fangen bei + 12° R. zu schlafen an und erwachen bei + 9° im Frühjahre. Einige, die bei + 34° R. mehrere Stunden lethargisch blieben, verfielen im Sommer bei künstlicher Kälte bis über — 20° R. keineswegs in den Winterschlaf. Die

Ursache des Winterschlafs scheint daher ein allgemeiner, mit dem Jahreswechsel im Zusammenhange stehender Mangel an Lebensenergie zu seyn, und schliesst sich den Phänomenen der Mauser, des Härens, des Wanderns und den periodischen Veränderungen vieler Pflanzen an.

Berthold's Beobachtungen zeigen, dass wenn die äussere Temperatur im Zunehmen begriffen ist, dieselbe in dem Thiere nicht so schnell steigt, als im Medium. Die Thiere sind im Stande ihre Temperatur einige Grade über 0 zu erhalten, wenn die äussere Temperatur unter 0 gesunken ist. Vermindert man allmählig die Temperatur des Mediums, so nehmen die Thiere nur allmählig eine niederere Temperatur an.

Das *Athmen der Winterschläfer* geschieht zwar fort, aber langsam und fast unmerklich, so dass das Murmelthier 7—8 mal, der Igel 4—5 mal, die grosse Haselmaus 9—10 mal in der Minute athmet. Im tiefsten Erstarrungsschlafe ruht indessen das Athmen gänzlich, und man kann die Thiere nach Spallanzani's Beobachtungen dann in eine irrespirable Gasart bringen, ohne dass es ihnen schadet. Ehe dieser Zustand eintritt, verbrauchen die Winterschläfer nach Saissy's Beobachtungen auch den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. Dieser Verbrauch nimmt mit ihrer Wärme ab, die Absorption von Sauerstoffgas und das Aushauchen von Kohlensäure dauert aber bis zum Verbrauche der letzten Atome des Sauerstoffgases in der Atmosphäre, während die nicht winterschlafenden Thiere, Kaninchen, Ratte, Sperling, bereits starben, nachdem sie wenig Sauerstoffgas unter Glocken verbraucht hatten. Nach Prunelle ist das Arterienblut der Fledermäuse im Winterschlafe weniger hellroth. Was den *Blutlauf der Winterschläfer* im Erstarrungszustande betrifft, so fand Saissy, dass sich das Blut schon zu Anfange und gegen das Ende des Erstarrungszustandes äusserst langsam bewegt, dass bei völliger Erstarrung jener Thiere die Haargefässe der äusseren Theile fast leer, die grösseren Gefässe nur halb ausgedehnt sind. Nur in den Hauptstämmen der Gefässe der Brust und des Bauches zeigt sich noch eine undulatorische Bewegung des Blutes. Die Zahl der Herzschläge bei den Fledermäusen ist gegen 200 in der Minute, im Winterschlafe 50—55 nach Prunelle. Die Empfindungskraft und die Reizbarkeit der Muskeln gegen mechanische und galvanische Reize sich zu contrahiren, nehmen im Winterschlafe ab, indessen fehlen doch nur im tiefen Erstarrungschlafe alle Spuren von Reaction gegen Empfindungsreiz, was Saissy einigemal nur bei Igeln und Murmelthieren fand. Die Ernährungsfunctionen dauern geschwächt auch im Winterschlafe fort. Die Winterschläfer verzehren einen Theil des Herbstfettes. Auch die Ausscheidungen hören nicht ganz auf. Prunelle fand bei Fledermäusen vom 19. Februar bis 12. März einen Gewichtsverlust von $\frac{1}{32}$ *).

*) Nach Prunelle und Tiedemann (Meckel's *Archiv T.* 1. *p.* 481.) zeigt sich bei den Winterschläfern schon vor dem Winterschlafe eine scheinbar drüsige, wohl nur fettige Masse am Halse und im *Mediastino ant.*,

Die vorzüglichsten älteren Schriften über den Winterschlaf sind Saissy *recherches experimentales anatomiques chimiques sur la physique des animaux mammifères hivernans. Paris et Lyon* 1808; *übersetzt von* Nasse, Reil's *Archiv für Physiol. T. XII. p.* 293. Saissy *Mém. de Turin.* 1810—1812. Meckel's *Archiv für Physiol. T.* 3. Mangili *über den Winterschlaf, in* Reil's *Archiv. Bd.* 8. Prunelle *recherches sur les phaenomènes et sur les causes du sommeil hivernal; Ann. du mus. T.* 18. Gilbert's *Annalen. Bd.* 40. *u.* 41.

Uebersteigt die äussere Temperatur die eigene Temperatur eines Säugethieres, so steigt zwar die Wärme der letztern um einige Grade, aber nicht gleichmässig dem Wachsen der äussern Temperatur. Duntze (*exp. calorem animalium spectantia, Lugd. Bat.* 1754.), Fordyce, Banks, Blagden (*phil. transact.* 1775. v. 65.) und Delaroche und Berger haben Versuche hierüber angestellt. Blagden und Andere hielten mehrere Minuten in einer trocknen Luft von + 79° R. aus. Delaroche und Berger beobachteten bei Kaninchen in einer Temperatur von 50—90° Cent. nur ein Steigen um einige Grade. Auch Vögel setzten sich in hoher äusserer Temperatur nicht mit dieser ins Gleichgewicht, sondern wurden bloss um 6—7° wärmer. *Journal de phys.* 71. Reil's *Archiv* 12. 370. Die Ursache davon liegt in der durch die Verdunstung stattfindenden Kälteerzeugung. Delaroche hat dagegen beobachtet, dass Thiere in einer mit Wasserdämpfen überladenen heissen Luft, worin keine Ausdunstung stattfinden kann, 2—3, ja selbst 3—4° R. wärmer wurden als das Medium. Hierbei kommt zugleich die grössere Wärmeleitung der feuchten Luft in Betracht. Man darf übrigens nicht vergessen, dass die Verstärkung der Verdunstung in trockner Wärme nicht bloss physikalische Ursachen hat, dass die Wärme hier eine organische Function anregt. In der That wird die Verdunstung bei grosser innerer Hitze sehr häufig durch innere Ursachen verhindert, und in manchen Fiebern ist die Haut nur darum unerträglich heiss, weil sie trocken und die Ausdünstung verhindert ist.

Kaltblütige Thiere.

Den kaltblütigen Thieren hat man häufig eine eigene Temperatur abgesprochen, was aber nicht statthaft ist. Was zuerst

die nach Jacobson's Bemerkung (ebend. 3. 151. 152.) unpassend mit der Thymusdrüse verglichen wurde. Otto (*Nov. act. nat. cur. XIII.* 1.) hat gefunden, dass bei diesen Thieren ein der *Carotis interna* zu vergleichendes Gefäss durch den Steigbügel der Trommelhöhle hindurch geht. So ist es bei den Gattungen *Vespertilio*, *Erinaceus*, *Sorex*, *Talpa*, *Hypudaeus*, *Georhychus* (*Lemmus*), *Myoxus*, *Mus*, *Cricetus*, *Dipus*, *Meriones*, *Arctomys*, *Sciurus*, die nach Otto sämmtlich bald mehr, bald weniger vollkommen in Winterschlaf verfallen. Hyrtl (Mueller's *Arch.* 1836. *XXIX.*) hat die Bildung auch beim Meerschweinchen beobachtet, dagegen sie beim Siebenschläfer, *Myoxus glis*, fehlt; eine ähnliche aber sehr kleine Arterie kommt zuweilen auch beim Menschen vor. Der von Mangili bemerkten Kleinheit der Hirngefässe der Winterschläfer widerspricht Otto sehr bestimmt; auch fand Otto die von Saissy bemerkte Stärke der Nerven der äusseren Theile nicht.

die *Amphibien* betrifft, so haben Untersuchungen von J. Davy, Czermack, Wilford, Tiedemann gezeigt, dass die Temperatur dieser Thiere mit der äussern Temperatur im Allgemeinen bis zu einem gewissen Punkte sinkt, aber doch die äussere meist um 1 oder mehrere Grade übertrifft, dass die Temperatur der Amphibien eben so mit der äussern Temperatur steigt, aber nur bis zu einem gewissen Punkte stärker als dieselbe ist, bei höheren Temperaturgraden aber selbst geringer ist. Sehr zahlreich sind die Versuche von Czermack über die Temperatur der Amphibien. Baumgaertner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik.* 3. *Bd.* 385.

Die Versuche von Berthold (*neue Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere. Gött.* 1835.), welche mit besonderer Sorgfalt angestellt zu seyn scheinen, zeigen, dass der Unterschied der Temperatur der Amphibien von der des Mediums sehr gering ist. Es hängt einzig von der Willkühr des Beobachters ab, bei einem kaltblütigen Thiere eine bedeutend höhere, oder eine bedeutend niederere, oder kaum andere Temperatur zu finden, als die des Mediums. Denn diese Thiere erfordern, wenn sie vor dem Versuch in einer andern Temperatur sich befanden, oft eine geraume Zeit, bis sich ihre Temperatur mit der des äussern Mediums, worin das Experiment angestellt wird, ins Gleichgewicht gesetzt hat. Bei den nackten Amphibien fand Berthold im Allgemeinen eine niederere Temperatur als die der äussern Luft wegen des Verdunstungsprocesses. Diess verhielt sich auch im todten Zustande so. Die Temperatur der Frösche ist ziemlich gleich der des Wassers, wenn Frosch und Wasser neben einander beobachtet werden; hat das Wasser eine geringere Verdunstungsfläche, so ist seine Temperatur sogar noch etwas höher als die des Frosches; befindet sich der Frosch in dem Wasser, so ist beider Temperatur gleich. In der Begattung begriffene Frösche zeigen eine Temperatur, die um $\frac{1}{4}$—1° R. höher ist als die des Wassers. Die trocknen Amphibien haben bei mittlerer und höherer äussern Temperatur $\frac{1}{4}$—1° R. Wärme mehr als die Luft und das nebenstehende Wasser.

Die Temperatur der *Fische* ist um $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$° höher als die des umgebenden Wassers, wie die Versuche von Martiné, J. Hunter, Broussonet, J. Davy, Despretz lehren. Broussonet fand bei kleinen Fischen die Temperatur $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$° höher als im Wasser, beim Aal $\frac{3}{4}$°, beim Karpfen 1° höher. Despretz fand bei 10,83° C. Temperatur des Wassers die Temperatur bei zwei Karpfen = 11,69, bei zwei Schleien = 11,54. Becquerel und Breschet fanden bei Karpfen nur $\frac{1}{2}$ Grad Differenz zu Gunsten der Thiere. Berthold beobachtete bei Fischen gar keinen Unterschied. J. Davy fand die Temperatur eines Squalus 25° C. bei 23°,75 des Meeres. Von besonderem Interesse sind J. Davy's Beobachtungen über die bedeutende Temperatur der *Thunfische. L'institut.* 108. Nach ihm hat *Thynnus pelamys* eine Temperatur von 99° F. bei 80°,5 des Meerwassers. Auch der gemeine Thunfisch soll nach Fischernachrichten eine hohe Temperatur besitzen. Ob hiermit die von Eschricht und mir entdeckten Wundernetze an der Pfortader

und an den Eingeweidearterien der Thunfische zusammenhängen, müssen fernere Beobachtungen an Thunfischen und den anderen Fischen, welche nach unseren Beobachtungen Wundernetze haben, *Squalus cornubicus* und *Squalus vulpes*, lehren. *Abh. d. Academie d. Wissenschaften zu Berlin vom Jahre* 1836 *und Nachtrag.* Die grossen Wundernetze in der Schwimmblase des Aals sind nicht wärmer als andere Theile des Körpers.

Die kaltblütigen Thiere sind zum Theil auch dem Winterschlafe unterworfen. Franklin erwähnt von mehreren Fischen, dass sie, wenn sie aufs Eis gelegt werden, fast augenblicklich erstarren, aber nach Stunden und Tagen wieder aufleben. Man hat indess öfters beobachtet, dass Fische im Eise sich lebend erhalten, und dass das Wasser um dieselben nicht gefroren war. Bei den Amphibien beobachtet man nicht allein den Winterschlaf, vor dessen Eintritte sich die Amphibien verkriechen, sondern auch den Sommerschlaf in den heissen Climaten. In der trocknen Jahreszeit verkriechen sich die Amphibien und gerathen in einen dem Winterschlafe ähnlichen Zustand, aus dem sie in der Regenzeit wieder aufgeweckt werden. Hierüber hat A. v. Humboldt in seiner Reise sehr interessante Beobachtungen mitgetheilt. Von warmblütigen Thieren kennt man in dieser Art nur ein einziges Beispiel, nämlich vom *Tanrec*, dem sogenannten Igel von Madagascar.

Ueber die Temperatur der *Wirbellosen* fehlt es noch an vollständigen Beobachtungen; doch zeigen die vorhandenen, dass die Wärme derselben zwar wie bei den übrigen kaltblütigen Thieren veränderlich ist nach der Temperatur des Mediums, aber doch auch bei Insecten um einen Grad höher oder niedriger seyn kann, wie die Versuche von Martine, Hausmann, Rengger und John Davy zeigen. Dagegen hat man in Bienenstöcken und Ameisenhaufen schon eine sehr viel beträchtlichere Temperatur angetroffen. Eine Sammlung der einzelnen Beobachtungen findet man bei Rudolphi *Physiol.* 179. Treviranus *Biol.* 5. 20. Tiedemann *Physiol.* 476—477. Siehe auch Valentin in dessen *Repert. IV.* 359.

Dass bei den Wirbellosen auch der Winterschlaf sich wiederholt, weiss man wenigstens sicher von den Insecten und den Mollusken der gemässigten und kalten Climate. Siehe über den Winterschlaf der Schnecken Gaspard in Meck. *Arch.* 8.

Ursachen der Wärmeerzeugung.

Wir wenden uns jetzt zur Untersuchung der *Ursachen* der thierischen Wärmeerzeugung. Hier ist zuvörderst die Verschiedenheit der Temperatur in verschiedenen Theilen von Interesse. J. Davy *phil. transact.* 1814. Meckel's *Archiv II. p.* 312. Die Temperatur nimmt gegen die äussersten Theile hin ab, wie z. B. beim Menschen die Achselhöhle 98° F. zeigte, die Leisten 96,5, Oberschenkel 94, Unterschenkel 93—91, Fusssohle 90° hatten. Becquerel und Breschet (*ann. d. sc. nat.* 1835. *Mai. Oct.*) wandten zu ihren Untersuchungen den thermoelektrischen Multiplica-

tor an. In den zu untersuchenden Theil wird eine Nadel eingestochen, die aus zwei heterogenen Nadeln zusammengesetzt ist, die an ihren Enden zusammengelöthet sind, während die entgegengesetzten Enden mit den Drähten eines thermoelektrischen Multiplicators in Verbindung gebracht werden. Man führt eine dieser Nadeln in den zu untersuchenden Theil ein, so dass die Verbindungsstelle beider Nadeln mitten in den zu untersuchenden Theil kommt, worauf man die beiden freien Enden mit den Drähten des Multiplicators verbindet. Zwischen der Temperatur der Muskeln (4 Centim. Tiefe) und des oberflächlichen Zellgewebes (1 Centim. Tiefe) fanden die Verfasser einen Unterschied von 2°—1,25 Centim. zu Gunsten der Muskeln, was bloss von dem Wärmeverlust an der Oberfläche des Körpers abzuleiten ist. Die mittlere Temperatur der Muskeln des Menschen ist 36°,77 Cent. Beim Hund war die Temperatur der Brust, des Unterleibs, des Gehirns gleich der der Muskeln.

Von ausserordentlichem Interesse sind J. Davy's Versuche über den Unterschied der Temperatur beider Blutarten. J. Davy *tentamen experimentale de sanguine. Edinb.* 1814. Meckel's *Archiv I.* 109. Es waren an Schafen und Ochsen 11 Versuche. Zieht man aus Davy's Versuchen das Mittel, so folgt, dass das Arterienblut um etwa 1—1½ Grad Fahr. wärmer ist als das Blut der Venen. Mayer (Meckel's *Archiv* 3. 337.) fand sogar, dass das Blut der *Vena jugularis* um 1—2° R. kälter war als das Blut der *Carotis;* niemals aber konnte er, wie Davy einen Unterschied in der Temperatur des Blutes beider Herzhälften nachweisen. Becquerel und Breschet haben diesen Gegenstand weiter untersucht; sie bedienten sich des thermoelektrischen Multiplicators und fanden den mittlern Unterschied des Arterien- und Venenblutes (*Aorta* und *Vena cava desc.*) beim Hunde 1°,01 Cent., des Bluts in der *Arteria* und *Vena cruralis* 0°,90. Die Differenz der Temperatur des Bluts im linken und rechten Vorhof eines Truthahns betrug 0°,90 zu Gunsten des linken Vorhofs. Die Temperatur der arteriellen und venösen Systeme nimmt vom Herzen nach den Extremitäten ab. *L'institut.* 190. Diese Thatsachen führen zunächst zur Untersuchung der Theorie, dass die thierische Wärme ihre Quelle in den Lungen habe. Nach der Hypothese von Lavoisier und Laplace, welcher die meisten neueren Chemiker gefolgt sind, wird beim Athmen der Sauerstoff der Atmosphäre mit Kohlenstoff des Blutes verbunden, und als Kohlensäure ausgeathmet. Wenn nun beim Athmen mehr Sauerstoff der Atmosphäre verschwindet, als in der ausgeathmeten Kohlensäure enthalten ist, so wird in einer zweiten Hypothese angenommen, dass das nicht auf Kohlensäure verwandte Sauerstoffgas sich durch Verbindung mit Wasserstoff des Blutes in Wasser verwandle und ausgehaucht werde. Nimmt man diese Hypothese an, so kann man die Ursache der thierischen Temperatur in jener Wärme suchen, welche durch die Vereinigung des Sauerstoffes der eingeathmeten Luft mit dem vom Blute herstammenden Kohlenstoff der Kohlensäure und des Sauerstoffes mit Wasserstoff zu Wasser entsteht. Crawford (*Versuche und Beobachtungen über die Wärme*

der Thiere. Leipz. 1799.) suchte diess noch wahrscheinlicher zu machen, indem er angab, wie die Verbreitung der Wärme, die einmal in den Lungen entstanden, leichter erklärt werden könne, dass das arterielle Blut eine grössere Wärmecapacität als das venöse, ungefähr im Verhältnisse von 11,5:10,0, besitze. So söll die in den Lungen entstandene Wärme zur Beibehaltung der Temperatur des arteriellen Blutes angewendet, und dann überall im Kŏrper frei werden, wo die Organe sich aus dem Blute ernähren, und das arteriöse Blut in venöses übergeht. J. Davy hat indess gezeigt, dass die Wärmecapacität beider Blutarten entweder gar nicht oder nur sehr unbedeutend (wie 10,11:10,00) differire.

Es lässt sich aber direct berechnen, wie viel Wärme durch das Athmen entstehen kann, angenommen, dass die chemische oder Verbrennungstheorie vom Athmen richtig wäre. Diese Arbeit haben Dulong und Despretz unternommen. Dulong brachte verschiedene, sowohl fleisch- als pflanzenfressende Säugethiere und Vögel in einen Behälter, worin die Veränderungen der Luft bei dem Athmen bestimmt und die Producte quantitativ gemessen werden konnten, während der Wärmeverlust der Thiere zugleich berechnet wurde. Dulong fand, dass von allen Thieren mehr Sauerstoffgas verzehrt als in Kohlensäure verwandelt wurde. Bei den Pflanzenfressern betrug diese Absorption des Sauerstoffgases nur $\frac{1}{10}$ im Durchschnitt, bei den Fleischfressern war die geringste Quantität des absorbirten d. h. nicht in Kohlensäure verwandelten Stauerstoffgases $\frac{1}{5}$, die grösste Quantität $\frac{1}{2}$ der verwandten Menge des Gases. Nimmt man nun an, dass das Sauerstoffgas durch seine Verwandlung in kohlensaures Gas beim Athmen eine gleich grosse Wärme erzeugt, als dieselbe Quantität Kohlensäuregas durch Verbrennung von Kohle in Sauerstoffgas, und geht man dabei von der Bestimmung der Wärmequantität aus, wie sie von Laplace und Lavoisier angegeben wird, so beträgt sie nicht mehr als 0,7 der Wärme, welche das pflanzenfressende Thier in derselben Zeit verliert, und $\frac{1}{2}$ derjenigen, welche das fleischfressende Thier einbüsst. Nimmt man ferner an, dass das Sauerstoffgas, welches durch das Athmen absorbirt und der Luft nicht in Form von Kohlensäure zurückgegeben wird, zur Bildung von Wasser verwandt wird, und dass dabei so viel Wärme sich entwickelt, als wenn eine gleiche Quantität Sauerstoff durch Verbrennung mit Wasserstoff in Wasser verwandelt wird, so entspricht die ganze Quantität der Wärme, welche durch die Verbindung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes mit Sauerstoff entsteht, 0,75—0,80 derjenigen Wärme, welche in gleicher Zeit von fleischfressenden sowohl als pflanzenfressenden Thieren entwickelt wird. *Neues Journal für Chemie und Physik. Bd.* 8. *S.* 505.

Despretz schloss Thiere $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in einem mit Wasser umgebenen Behälter ein, zu welchem ununterbrochen Luft ab- und zugeleitet wurde, und bestimmte deren Menge und Zusammensetzung vor und nach dem Versuche, so wie die durch die thierische Wärme bewirkte Wärmezunahme des umgebenden Wassers; die durch Verbrennung des Kohlenstoffes und Wasser-

stoffes beim Athmen nach der chemischen Theorie hervorgebrachte Wärme betrug 0,75 — 0,91 von der, welche das Thier in derselben Zeit entlässt. *Ann. d. chim. et de phys.* 26. 338.

Es ist äusserst unwahrscheinlich, dass sich das beim Athmen verdunstende Wasser aus Elementen bildet, wie später beim Athmen gezeigt wird, und es ist vielmehr überaus wahrscheinlich, dass Sauerstoff im Blute bleibt; man kann daher zunächst nur die von der Kohlensäurebildung entstandene Wärme in Anschlag bringen, welche nach Dulong bei Pflanzenfressern 0,7, bei Fleischfressern $\frac{1}{2}$ der thierischen Wärme beträgt.

Die beim Athmen aus der Luft aufgenommenen Gase gehen ins Blut über, wie die Versuche von Magnus über den Luftgehalt des Blutes zeigen. Venen- und Arterienblut enthält Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlensäuregas; das Arterienblut mehr Sauerstoffgas, das Venenblut mehr Kohlensäuregas, als die andere Blutart. Daraus geht hervor, dass die beim Athmen ausgehauchte Kohlensäure nicht in den Lungen selbst allein, sondern auf dem ganzen Wege der Circulation sich bildet, und dass daher auch die thierische Wärme, in so weit sie von der Kohlensäurebildung abhängig ist, im ganzen Gefässsystem entwickelt wird.

Aus dieser Ableitung der Wärme vom Athmen lässt sich erklären, warum der Embryo noch keine merkliche eigene Wärme besitzt, weil noch kein Sauerstoff eingeathmet wird, und warum Blausüchtige, bei denen die Verwandlung des Blutes durch das Athmen wegen Fehler der Kreislaufsorgane gehemmt ist, um einige Grade zuweilen kälter sind, warum die kaltblütigen Thiere, bei welchen nur ein Theil des Blutes oxydirt wird, nur eine sehr unbedeutende eigene Temperatur besitzen. Bei den Amphibien athmet nur ein Theil des Blutes während des allgemeinen Kreislaufes. Die Producte des Athmens sind bei ihnen 10 mal geringer, als bei den Säugethieren, d. h. ein Gewichtstheil eines Frosches bildet in einer Zeit 10 mal weniger Kohlensäure, als ein gleicher Gewichtstheil Säugethier. Siehe *die Lehre vom Athmen.* Bei den Fischen, wo zwar alles Blut während des Durchganges durch die Kiemen athmet, ist das Resultat doch nicht grösser als bei den Amphibien, weil der quantitative Stoffwechsel beim Athmen aus der in dem Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft ausserordentlich viel kleiner ist, als bei dem Luftathmen. Denn das Wasser der Flüsse und Seen enthält nur den zwanzigsten Theil Sauerstoffgas aufgelöst, als in einem gleichen Volum atmosphärischer Luft enthalten ist *).

So wahrscheinlich diese Theorie ist, so darf man doch nicht vergessen, dass die Wärmebildung nicht allein von dem chemischen Processe abhängt, und auch unter der Einwirkung lebendiger Theile steht. Die Blutkörperchen, welche sich am auffallendsten durch das Athmen verändern, und nach Prevost und

*) Nur die Insecten stimmen nicht mit dieser Theorie, da sie ohne merkliche eigene Temperatur doch nach Treviranus verhältnissmässig meist so viel Athemproducte liefern, als die warmblütigen Thiere und nur seltener sich den Amphibien annähern.

DUMAS im Blut der kaltblütigen Thiere, wie der Fische und Amphibien in geringerer Menge vorkommen, als im Blut der Säugethiere und Vögel, sind, obgleich in der Blutflüssigkeit schwimmend, doch lebendige wirksame Körperchen, in ihrer Structur ganz gleichgebildet den Elementartheilen, woraus alle Gewebe entstehen und zum Theil bleibend bestehen, gleich ihnen Zellen mit Kern, und müssen daher die allgemeinen lebendigen Eigenschaften der Zellen theilen, chemische Veränderungen in ihrem Inhalte und in ihrer Umgebung hervorzubringen, und sie müssen auch wie andere Zellen der Wechselwirkung mit den Elementartheilen von Structuren fähig seyn. Diese Wechselwirkung unter sich und mit der Substanz der Organe in den capillaren Gefässen muss einer allgemeinen sowohl, als auch örtlichen Erhöhung und Verminderung fähig seyn, ohne dass sich das Athmen in den Lungen im Allgemeinen sichtbar verändert. Auch abgesehen von den Blutkörperchen muss die chemische Wechselwirkung der Organe mit dem von Sauerstoff imprägnirten Blut, je nach dem Lebenszustand der Organe bald grösser, bald geringer und zuweilen nach örtlichen Bedingungen auch örtlich grösser und geringer seyn können. Davon wird aber die Temperatur abhängig seyn.

Unter die allgemeinen Einwirkungen auf die Wärmeerzeugung gehören folgende. In höheren Graden des Hungers, wenn vorhandene Materie ausgeschieden, aber keine neue organisirt wird, nimmt nach MARTINE die Wärme um einige Grade ab, während doch die in dem Athmen liegende Ursache der Wärme fortdauert. (Dagegen ein von CURRIE erzählter Fall vom Verschliessen des Schlundes. *Wirkungen des kalten und warmen Wassers. Leipz. Bd. I. p.* 267.) Ein fieberhafter Zustand kann nach BECQUEREL's und BRESCHET's Versuchen die Temperatur um 3° C. vermehren. Dagegen weiss man, dass die Unterdrückung der organischen Kräfte in Nervenzufällen, im Fieberfrost die Temperatur vermindert, ohne dass sich das Athmen gleich verändert.

Unter die Ursachen einer localen Wärmeveränderung gehören die Entzündung und der veränderte locale Nerveneinfluss und die Muskelbewegung. BECQUEREL und BRESCHET fanden in lebhaft entzündeten skrophulösen Geschwülsten eine Erhöhung der Temperatur um 3° Cent. Die Contraction der Muskeln war in BECQUEREL's und BRESCHET's Versuchen jedesmal mit einer örtlichen Temperaturerhöhung von 1—2 Grad Cent. verbunden. ELLIOT und HOME haben beobachtet, dass nach der Durchschneidung der Nerven eines Gliedes die Wärme desselben abnehme, und alle bestätigen diess von der Durchschneidung des *Nervus vagus.* Dieser Unterschied ist thermometrisch messbar, dagegen man wohl das subjective Gefühl der Kälte nach Verletzung der Nerven eines Gliedes unterscheiden muss. EARLE fand bei einer Lähmung des Armes an der gelähmten Hand 70° F., an der gesunden 92. Durch Elektrisiren des Gliedes erhob sich die Temperatur zu 77. In einem andern Falle hatte der gelähmte Finger 56, die gesunde Hand 62°. *Med. chirurg. Transact.* 5. *p.* 173. MECKEL's *Archiv* 3. *p.* 419. YELLOLY, *Med. chirurg. Transact.* 3. BECQUEREL und BRESCHET fanden bei Hemiplegie keinen merklichen Unterschied zwi-

schen dem gesunden und gelähmten Gliede. Indessen ist der Einfluss der Nerven auf die organische Wechselwirkung der Substanz mit dem Blute schon in den Phänomenen von örtlichem Kaltwerden der Beine, Füsse bei sonst normaler Wärme, bei welker, blasser Haut und Torpor der Empfindung offenbar, und es ist bekannt, dass reizende Einflüsse auf die Haut und ihre Nerven, wie Reiben und Bürsten in solchen Theilen die Wärmebildung mit Herstellung einer lebhafteren Empfindung und des Turgors wieder herstellt.

Brodie (*Phil. Transact.* 1811. 4. 1812. 378. Reil's *Archiv* 12. 137. 199.) fand, dass bei einem Thiere, dessen Kopf abgeschnitten ist, oder dessen *Medulla oblongata* durchschnitten, oder dessen Gehirn zerstört, oder das durch Woraragift getödtet worden, durch künstlich unterhaltenes Athmen mittelst Lufteinblasen, Kreislauf und Umwandlung des Blutes in den Lungen unterhalten werden können, wovon er sich durch Analyse der Luftarten überzeugte, dass aber keine Wärme entwickelt wird, und dass ein solches Thier schneller erkaltet, als wenn das Athmen nicht künstlich unterhalten wird, weil die eingeathmete Luft dasselbe abkühlt. Hall fand dagegen, dass ein geköpftes Thier bei künstlich unterhaltenem Athmen seine Wärme länger behielt. *Lond. med. phys. Journ.* 32. 1814. Vergl. Brodie ebend. p. 259. Meckel's *Archiv* 3. 429. 434. Legallois Versuche (*Ann. chim. phys.* 4. 1817. Meckel's *Archiv* 3. 436.) stimmen auch nicht ganz mit dem Resultate von Brodie überein; er fand, dass bei jeder Erschwerung des Athmens, wenn Thiere befestigt auf dem Rücken liegen, wenn sie in verdünnter oder mit Stickgas oder Kohlensäure versetzter Luft athmen, eine Verminderung ihrer Temperatur stattfindet, dass auch das Lufteinblasen durch Erschwerung des Athmens die Temperatur vermindert, und dass das stärkste Erkalten immer dem geringsten Verbrauche von Sauerstoffgas entspricht. Emmert fand bei Wiederholung der Brodie'schen Versuche mit Giften und Lufteinblasen nur eine Temperaturveränderung von 3° R. in 74 Min. Meckel's *Archiv* 1. 184. Wilson Philipp (*Untersuchungen über die Gesetze der Functionen des Lebens, übersetzt* von Sontheimer, *Stuttg.* 1822.) fand, dass eine zu frequente künstliche Respiration schnell abkühlt, während eine gemässigte die Abkühlung verlangsamt. Indessen sind Brodie's Versuche in der Hauptsache beweisend. Er hat gezeigt, dass gesunde Kaninchen in $\frac{1}{2}$ Stunde 28,22 K. Z. kohlensaure Luft ausathmen, dass Kaninchen, bei denen nach Vergiftung oder Zerstörung der *Medulla oblongata* das Athmen künstlich unterhalten wird, in $\frac{1}{2}$ Stunde noch 20,24 bis 25,55, bis 28,27 K. Z. kohlensaures Gas ausathmen, dass also bei gesunden Kaninchen und bei getödteten mit künstlichem Athmen die Produkte des Athmens fast dieselben sind, und dass gleichwohl ein Kaninchen nach Durchschneidung der *Medulla oblongata* in einer Stunde 6° Wärme verliert. Vergl. über Brodie's Versuche Nasse's Bemerkungen in Reil's *Archiv* 12. *p.* 404. Chaussat (Meckel's *Archiv* 7. 282.) hat die Versuche von Brodie wiederholt und bestätigt.

Erst wenn man alle diese Thatsachen über die Ursachen

der Wärmeerzeugung erwogen hat, lassen sich mit Erfolg die Untersuchungen über die von selbst entstehende Abnahme der Wärmeerzeugung im Winterschlaf und über die Ursache dieses letztern anknüpfen. Für's Erste darf man den Winterschlaf einiger Säugethiere nicht isolirt betrachten, sondern man muss von der Thatsache ausgehen, dass alle Thiere, wenn die äussere Temperatur unter ein gewisses Minimum herabsinkt, in Scheintod verfallen, erfrieren, ohne dadurch die Fähigkeit zum Leben gerade zu verlieren, dass aber dieses Minimum nach der Organisation und geographischen Verbreitung der thierischen Wesen verschieden ist.

1. Der Mensch zeigt hierbei offenbar eine grosse Tenacität der organischen Kräfte, indem er unter allen Climaten, wo sich thierische Wesen finden, im höchsten Norden, wie unter dem Aequator, seine eigene Temperatur unter günstigen Bedingungen erhält. Indessen wird auch er bei Mangel an Schutz durch Kälte (Reizentziehung) scheintodt, und zwar um so leichter, wenn die organische Kraft durch berauschende Mittel unterdrückt war.

2. Viele Thiere erleiden diesen Zustand leicht, wenn die zu ihrem Leben nöthige äussere Wärme, wodurch ihre geographische Verbreitung bestimmt ist, fehlt, und Vögel wandern wegen dieser Ursache.

3. Säugethiere, die bei einer gewissen niedern Temperatur im erwachsenen Zustande nicht in Scheintod verfallen, verfallen in Scheintod bei dieser Temperatur, wenn sie noch jung sind, wie Legallois Beobachtungen von 6—8wöchentlichen Kaninchen zeigen, welche durch äussere Wärme wieder belebt werden können. Bei dem Scheintod durch Kälte tritt durch Einwirkung auf das Nervensystem Unempfindlichkeit, Schlafsucht, Kraftlosigkeit, Abnahme der Circulation ein. Letztere bedingt einen geringern Stoffwechsel beim Durchgang des Blutes durch die Lungen und durch den Körper; hieraus, so wie aus dem verminderten Nerveneinfluss auf die organisch chemischen Vorgänge, während der Circulation und den verminderten Athembewegungen erfolgt wieder die Abnahme der Eigenwärme.

Die Ursache, dass gewisse Thiere leichter in Scheintod durch Kälte fallen als andere, liegt also in ihrem zartern Bau und dem grössern Bedürfniss ihres organischen Processes, durch Wärme angefacht und gereizt zu werden. Dieses verbunden mit einem periodisch eintretenden Mangel an Lebensenergie muss man auch als Ursache des Winterschlafs bei den Winterschläfern ansehen, bei dem nur das Eigenthümliche ist, dass ihr Scheintod länger ohne Schaden ausgedehnt werden kann.

Der Winterschlaf der Thiere gleicht daher ganz dem Winterschlaf der Pflanzen, dessen Bedingungen theils Reizentziehung, theils eine periodische Veränderung der Lebensenergie ist. Der nächtliche Schlaf der Pflanzen, die Lageveränderung der Blätter, ist durch Reizentziehung, nämlich des Lichtes, bedingt, und tritt selbst zuweilen am Tage im Dunkeln ein (*Journ. de phys.* 52. 124.); während der Schlaf der Thiere durchaus nicht von Reizentziehung bedingt ist, sondern von der durch Thätigkeit bedingten

Veränderung und Erschöpfung herrührt, daher auch zu jeder Tageszeit natürlich ist, obgleich er mehrentheils aus zufälligen Ursachen mit der Nachtzeit zusammentrifft.

Der Sommerschlaf der Amphibien und des Tanrecs scheint durch die von zu vieler Wärme bedingte Umstimmung der organischen Theile zu entstehen. Auch der Wassermangel scheint bei den sommerschlafenden Thieren mit eine Hauptursache des Verkriechens, und es ist also dieser Zustand durch Mangel des einen und zu starke Wirkung eines andern Lebensreizes bedingt. Es schliessen sich diese Thatsachen an die Erfahrungen über die deprimirenden Wirkungen eines hohen anhaltenden Wärmegrades auf die Functionen des Nervensystems bei dem Menschen an, und es lassen sich die Wirkungen der Wärme und Kälte hierbei sehr gut parallelisiren. Beide können sowohl Umstimmung der Reizbarkeit als Reizung, Entzündung und Brand bewirken. Eine plötzliche heftige Einwirkung der Kälte auf warme thierische Theile wirkt zersetzend. Aeusserst kalte Gegenstände fühlen sich auch schmerzhaft an und machen dann gefühllos. In noch höherm Grade entsteht Brand, örtlicher Tod. In geringeren Graden bewirkt die Kälte, verletzend durch Wärmeentziehung, Entzündungs- und Reizungssymptome bei dem Streben der Theile zur Herstellung des Gleichgewichtes. Bei einer mässigen Stärke wirkt die Kälte augenblicklich erregend. So macht kaltes Wasser augenblicklich die Haut ganz roth, wie man beim Baden im Fluss in schon kalter Jahreszeit erfährt; diess ist aber nur momentan und es folgen schnell Erscheinungen einer innern Umstimmung durch Wärmeentziehung. Man bedient sich der Kälte als Reiz in dieser Art zuweilen, um eine Umstimmung im Nervensysteme zu bewirken, die wohlthätig werden kann. Auch ist kaltes Wasser in Fiebern mit sehr heisser trockner Haut mittelbar oft ein belebendes Reizmittel und stellt den Turgor der Haut her, wie die Wärme in kalten Theilen. Die secundären Wirkungen anhaltender Kältegrade sind immer Abspannung des Nervensystems. Die allmählige Einwirkung der Kälte bis zu einem hohen Grade versetzt Menschen in den Scheintod und die Winterschläfer in Winterschlaf durch Reizentziehung, während ein zu hoher Wärmegrad allmählig auch die Functionen des Nervensystems, aber wahrscheinlich durch Alteration herabsetzt, in den Sandwüsten bei gleichzeitigem Mangel an Wasser asphyktisch macht, und den Sommerschlaf der Amphibien und des Tanrecs in den heissen Climaten bedingt.

c. Lichtentwickelung.

Leuchtthiere.

Das Leuchten des Meers wird von thierischen Wesen begründet. Diese Erscheinung zeigt sich bald als ein Sprühen von kleinen Funken, und so sieht man es am gewöhnlichsten in den Seehäfen und Buchten; bald als ein allgemeineres Leuchten der bewegten Wellen, besonders hinter segelnden Schiffen. Im ersten

Falle erkennt man die Lichterscheinung oft erst bei aufmerksamer Betrachtung des Seewassers ganz in der Nähe, z. B. auf einige Fuss Entfernung oder noch näher. Die Erscheinung wird dann lebhafter, wenn man das Wasser durch einen hineingeworfenen Stein bewegt. Die Thiere, welche das Leuchten des Meers bedingen, sind theils Infusorien (*Peridinium tripos, P. fusus, P. furca, Prorocentrum micans Ehrenb.*), theils Räderthierchen (*Synchaeta baltica Ehrenb.*), theils Polypen (*Veretillum*, Seefedern), bei denen vorzüglich nur die Polypenblumen zu leuchten scheinen, theils Medusen (*Oceanien, Beroen, Cydippen*), theils Anneliden (*Nereiden, Polynoe fulgurans* der Ostsee), theils endlich Mollusken (*Pholaden, Salpen, Pyrosomen*) und Crustaceen (*Oniscus fulgens s. Carcinium opalinum* Meyen u. a.). Zuweilen leuchtet auch der Schleim und das Wasser, was von leuchtenden Thieren abfliesst, wie bei Salpen, Beroen, Pholaden, Nereiden. Meyen (*nov. act. nat. cur. Vol.* 16. *Suppl.*) unterscheidet 3 Arten von Leuchten des Meers:

1. Leuchten des Seewassers durch darin aufgelösten Schleim. Das Wasser zeigt eine gleichmässige milchweisse ins Bläuliche fallende Farbe. Diess Leuchten findet sich weniger auf offener See, aber häufiger in den Häfen der Tropen. Bewegung und erhöhte Temperatur steigern das Leuchten; eben das geschieht durch süsses Wasser, wenn leuchtende Medusen in einem Gefäss mit süssem Wasser zerquetscht sich befinden. Meyen sah dasselbe an dem von der Oberfläche der Salpen und Beroen mit Wasser abgewaschenen und dann stark geschüttelten Schleim, worin er keine Infusorien gefunden hat. Durch frisch zerquetschte Beroen wird das Wasser sogleich leuchtend.

2. Leuchten des Seewassers durch Thiere, welche mit einem phosphorescirenden Schleime bedeckt sind. Diess Leuchten scheint durch eine Oxydation der Oberfläche der Schleimdecke zu entstehen, da das verschwundene Leuchten durch eine geringe Veränderung der Oberfläche, durch einen Strich mit dem Finger, sofort wiederhergestellt werden kann. Das Leuchten hängt nicht unmittelbar von dem Leben der Thiere ab, da es oft noch eine Zeit lang nach dem Tode fortdauert. Die durch den sie bedekkenden Schleim leuchtenden Thiere sind nach Meyen Infusorien, Räderthiere, Salpen, Medusen, Seesterne, Sepien, Sertularien, Pennatulen, Planarien, Crustaceen, Anneliden.

3. Leuchten des Seewassers durch Thiere, welche eigenthümliche Leuchtorgane besitzen. Meyen untersuchte das *Pyrosoma atlanticum;* sein Licht ist sehr lebhaft und von grünlich blauer Farbe. Sobald die Thiere beim Fangen mit dem Netz berührt wurden, senkten sie sich und leuchteten nicht mehr. Wenn man die gefangenen und in Wasser bewahrten Thiere berührte, so trat das Licht zuerst als ganz kleine Funken auf, deren jeder aus einem dunkeln fast kegelförmigen Körper im Innern der Substanz jedes besondern Thieres, meist ganz dicht unter seiner innern Fläche hervorkam. Dieser dunkle weiche Körper ist rothbraun gefärbt. Die Spitze desselben zeigt unter dem Mikroskop 30—40 äusserst kleine rothe Pünktchen. Fasst man ein schwimmendes nicht leuchtendes Pyrosoma an beiden Enden des Körpers, so

treten die Funken zuerst an den Enden des Körpers auf, sie vergrössern sich mehr und mehr und endlich fliesst ihr Licht zusammen. Mit dem Tode verschwindet das Leuchten. Dicht hinter der Mundöffnung und etwas vor den Respirationsorganen jedes Individuums des zusammengesetzten Thieres liegt das Leuchtorgan. Ein ebenso bekanntes Leuchtthier der See ist der *Oniscus fulgens, Carcinium opalinum* Meyen. Im 4. und 5. Gliede des Leibes dieses Crustaceums sind die keulenförmigen Leuchtorgane. Im Kopfe des *Erythrocephalus macrophthalmus* soll sich auch ein leuchtendes Organ befinden.

Ehrenberg's Abhandlung über das Leuchten des Meers (*Abh. der K. Academie der Wissensch. zu Berlin* 1835.) enthält ausser einer ausführlichen historischen Zusammenstellung aller bisherigen Erfahrungen, viele eigenthümliche neue und aufklärende Beobachtungen über das an Dunkelheiten bisher so reiche Phänomen. Bei Alexandrien hatte der Verf. Gelegenheit, Beobachtungen über das angebliche Leuchten des *Spongodium vermiculare* anzustellen. Es leuchtete wie verschiedene Fucusarten nur durch anhängende leuchtende Pünktchen. Bei zahlreichen Beobachtungen am rothen Meere gelang es damals auch nicht, das Phänomen auf bestimmte Thiere zu fixiren. Glücklicher waren die Beobachtungen über die Leuchtthierchen der Ostsee und Nordsee, nachdem Ehrenberg auf die von Michaelis beobachteten leuchtenden Körper aufmerksam geworden war. Zuerst wurde die Erscheinung an *Polynoe fulgurans*, einem Ringelwürmchen der Ostsee beobachtet. Die Leuchtorgane waren 2 grosse gekörnte Organe, den Eierstöcken vergleichbar. Das hierher gesandte Ostseewasser leuchtete noch von diesen Thieren. In hierher gesandtem Wasser der Ostsee beobachtete der Verf. später noch die leuchtenden Infusorien, *Peridinium tripos, P. fusus, P. furca* und *Prorocentrum micans.* Ein Räderthierchen der Ostsee, *Synchaeta baltica E.* leuchtet nach Michaelis auch. Im Meerbusen von Christiania in Norwegen beobachtete Ehrenberg auch leuchtende Medusen. *Oceania microscopica* von $\frac{1}{4}$ Linie Durchmesser bildete hüpfende leuchtende Punkte. Bei *Cydippe pileus* überzeugte sich Ehrenberg, dass das Leuchten von der Mitte gerade da ausging, wo die beiden Eierstöcke liegen. Ebenso schien es bei *Oceania pileata.* Die *Medusa aurita* sah Ehrenberg weder in der Ostsee noch im rothen Meer leuchten. Beobachtungen auf Helgoland angestellt, zeigten dem Verf. noch fernere leuchtende Formen, die er zu isoliren glücklich war; es waren langsam schwimmende Gallertkügelchen, *Oceania scintillans.* Die über einen Zoll grosse *Oceania hemisphaerica* zeigte einen ganzen Kranz von Feuerfunken im Umkreis des Randes. Die Funken entsprachen allemal der verdickten Basis der grösseren Cirren am Rande oder Organen in deren Nähe und mit ihnen abwechselnd. Sonst gab der Körper dieser Thiere weder lebend noch todt irgend eine Spur von Licht. So überzeugte sich Ehrenberg immer mehr, dass alle todte Medusen so wenig leuchteten als Fragmente todter Fische oder umhertreibender Schleim, und er vermuthet, dass auch seine am rothen Meer und bei Alexandrien gemachten Beobachtungen über das

Leuchten von Fragmenten zerstörter organischer Körper nicht auf blosse todte Stoffe zu beziehen seyn mögen, sondern dass diese den zerrissenen noch lebenden Noctiluken und Oceanien glichen, welche er auf Helgoland noch leuchten sah. Bei *Nereis cirrigera* (*Photocharis* Ehrenberg) geht das Licht von 2 fleischigen Cirren auf jedem ihrer Füsse aus. Erst entstand ein Flimmern einzelner Funken an jedem Cirrus, bis der ganze Cirrus leuchtete; zuletzt floss das Feuer über den Rücken hin und das ganze Thier glich einem brennenden Schwefelfaden. Auch der Schleim der *Photocharis* leuchtete abgewischt an den Fingern.

Werneck hat auch leuchtende Infusorien in einem See in der Nähe von Salzburg beobachtet.

Die leuchtenden Insecten sind *Elater noctilucus, phosphoreus, ignitus, Pausus sphaerocerus Afzel., Scarabaeus phosphoreus,* mehrere Arten *Lampyris, Scolopendra electrica.* Treviranus *Biol.* 5. 97. Bei den leuchtenden Springkäfern sind die Hauptstellen, welche leuchten, zwei ovale, mit dünnen durchsichtigen Platten bedeckte Stellen zu den Seiten des Brustschildes. Bei dem Johanniswürmchen, *Lampyris noctiluca, splendidula,* strahlt das Licht aus der untern Seite der drei letzten Bauchringe, besonders aus 2 weisslichen Punkten am letzten Ringe; von *Lampyris splendidula* leuchten auch die Eier, und es scheint, dass auch selbst Puppe und Larve nicht ganz ohne Licht sind. Der scheinbar willkürliche Einfluss des Thieres auf das Leuchten geschieht nach Treviranus durch das Athemholen. Das Leuchten dauert in irrespirablen Gasarten und im luftleeren Raume nicht fort, oder nimmt wenigstens ab, worin alle Beobachter ausser Macartney und Murray übereinstimmen. Nach dem Tode des Thieres ist die Fähigkeit zu leuchten nicht ganz erloschen. Die leuchtenden Theile fangen selbst getrocknet von Neuem zu leuchten an, wenn man sie in Wasser aufweicht. Das Licht der Käfer nimmt in Wasser erst nach einigen Stunden ab, in Oel dagegen sogleich, kehrt aber wieder zurück, wenn das Thier, todt oder lebendig, in Dämpfe der rauchenden Salpetersäure gebracht wird. Treviranus *Biologie* a. a. O. Tiedemann's *Physiologie I.* 488—510. Gmelin's *Chemie I.* 81—86.

Lampyris italica zeichnet sich durch ein funkelndes Leuchten aus. Das Aufblitzen wiederholt sich rhythmisch 45—100 mal in der Minute. Carus *Analekten* 1829. 169. Peters in Muell. *Arch.* 1841. 229. Die leuchtende Stelle dehnt sich beim Männchen über den ganzen Bauchtheil des drittletzten und vorletzten Ringes aus, beschränkt sich bei dem Weibchen auf den drittletzten Bauchring, an zwei seitlichen Stellen concentrirt. Herausgedrückt leuchten die Leuchtorgane eine Zeitlang fort. Striche damit auf einen Körper gemacht leuchten, vertrocknet leuchten sie wieder, wenn sie befeuchtet werden. Nach Peters Beobachtungen besteht das ganze Organ aus regelmässig gelagerten Kügelchen, in deren jedes ein Tracheenstämmchen eindringt, sich darin verzweigend. Ausserdem schliesst das zarte Häutchen des Kügelchens eine Menge kleiner Molecule ein, an die eben das Leuchtende gebunden ist. Der Rhythmus des Funkelns steht entweder mit der Circulation

oder mit dem Athmen im Zusammenhange. Carus beobachtete ein pulsirendes Fortströmen des Blutes in den Flügeldecken der *Lampyris italica* und zählte gegen 50 Pulse in der Minute. Diese Bedingung findet aber auch bei *L. noctiluca* ohne Funkeln statt, wie Carus selbst beobachtete. Peters beobachtete das Funkeln noch nach Wegnahme des Herzens. Obgleich das Nervensystem nicht unmittelbar zum Leuchten nothwendig ist, da die isolirte Substanz zu leuchten fortfährt, so hat es doch Einfluss auf das Funkeln, und Peters sah dasselbe plötzlich bei der Trennung des Kopfes vom Rumpfe aufhören.

In die Kategorie der Lichtsauger gehören die Leuchtorgane der *Lampyris* nicht. Nach den Beobachtungen von Todd, Murray, Peters leuchten sie auch, wenn sie lange im Dunkeln aufbewahrt waren.

Täuschungen durch reflectirtes Licht und subjective Lichtempfindungen.

Unter den höheren Thieren kennt man kein Leuchten. Das Leuchten der Augen bei mehreren Säugethieren, besonders Raubthieren und namentlich Katzen, auch bei Kühen, Pferden, ist fast zum medicinischen Aberglauben geworden. Diejenigen Thiere scheinen zuweilen aus den Augen zu leuchten, welche Licht von einem pigmentlosen glänzenden Tapetum reflectiren, gleichwie besonders auch das pigmentlose Auge der weissen Kaninchen leuchtet, wie denn auch des Kakerlaken Sachs Augen leuchten sollten. Prevost hat die Ursache zuerst gezeigt. *Biblioth. britannique* 1810. *T.* 45. Er zeigte, dass das sogenannte Leuchten der Thieraugen niemals in vollkommener Dunkelheit und weder willkürlich, noch durch Affecte hervorgebracht wird, sondern durch Reflexion von einfallendem Lichte entsteht. Gruithuisen hat unabhängig hiervon dasselbe gefunden. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie p.* 199. Diese Ansicht theilt auch Rudolphi (*Physiologie I.* 197.) mit und bemerkt, dass das Leuchten nur bei einer gewissen Stellung, wo das reflectirte Licht in unser Auge geworfen wird, erscheint, und dass, wie auch Gruithuisen schon bemerkte, auch die Augen todter Katzen bei günstiger Stellung leuchten. Ich habe dieselben Beobachtungen gemacht und in meiner Schrift *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz.* 1826. *p.* 49. erzählt. Niemals haben die *Albinos* oder Kakerlaken bei ihrem scheinbaren Leuchten der Augen selbst die Empfindung des Lichtes. Man sehe Schlegel's *Beitrag zur nähern Kenntniss der Albinos. Meiningen* 1824. *p.* 70. Ferner hat Esser (Kastner's *Archiv* 8. 394.) Versuche über das Leuchten der Thieraugen angestellt. Die Augen von Katzen, Hunden, Kaninchen, Schafen und Pferden leuchteten nicht an ganz dunkeln Orten. Die Reflexion des Lichtes erfolgte sonst eben so gut noch nach Entfernung der Hornhaut, Iris, Linse. Ich freue mich, mit diesen Beobachtungen auch Tiedemann's Erfahrungen übereinstimmend zu finden, der das Leuchten an einem Katzenkopf bemerkte, der 20 Stunden vom Rumpfe getrennt war, *Physiol. p.* 509. Um so befremdender ist es, dass neuerlichst in einem sonst so ausgezeichneten Werke wie

Rengger's Naturgeschichte der Säugethiere von Paraguay abermals das Ausströmen von Licht bei vielen amerikanischen Thieren behauptet wird, das nach Durchschneidung der Sehnerven aufhören soll. Ich konnte jedoch meine Ueberzeugung von der Reflexion selbst auf dieses Zeugniss nicht ändern, und es wäre überhaupt ein Missverständniss, wenn europäische Schriftsteller die Sache wahrscheinlicher fanden, weil sie von amerikanischen Katzen beobachtet ist. Der verdienstvolle und hochgeschätzte Rengger kann sich hierbei leicht getäuscht haben.

Wer für das Leuchten der Katzenaugen aus Neigung eingenommen, dem empfehlen wir, wie wir gethan haben, eine Katze in einen absolut dunkeln Raum mit sich zu nehmen und sich vom Gegentheil zu überzeugen, dabei aber die durch eine schnelle Bewegung unserer eigenen Augen und durch Zerrung des Sehnerven entstehende, bloss subjective Lichtempfindung nicht zu verwechseln. Ein neuerer Versuch, den ich mit einer Katze an einem absolut dunkeln Raum, in einem Keller der hiesigen Anatomie in Gegenwart Mehrerer angestellt, fiel ganz negativ aus. Eine Person hielt die Katze. Diese Person wurde von mir im Dunkeln an einen Ort gestellt, den die anderen Anwesenden nicht kannten, den sie aber wahrnehmen mussten, falls die Katze Licht aus den Augen ausströmte. Alle sahen nichts bis auf Einen, dieser wollte 2 feurige Kreise gesehen haben. Sogleich liess ich diesen seinen Arm nach der Gegend ausstrecken, wo er die Kreise gesehen haben wollte. Dann wurde die Thüre geöffnet und nun zeigte sich, dass der Arm nach der entgegengesetzten Seite von derjenigen, wo die Katze gehalten wurde, hinwies, zu nicht geringer Belustigung. Offenbar hatte derjenige, der die 2 feurigen Kreise sah, seine eigene Empfindung gesehen. Bei rascher Wendung der Augen im Dunkeln sieht man wegen Zerrung der Sehnerven sehr leicht zwei feurige Kreise, welche nichts als die gesteigerten Empfindungen der Sehnerven sind.

Dieser Gegenstand hat in der sehr guten Schrift von Hassenstein (*de luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae* 1836.) seinen Abschluss erhalten. Die Versuche, die an den Thieren auch im leidenschaftlich aufgeregten Zustande angestellt sind, zeigen, dass die Augen in einem absolut dunkeln Raume niemals leuchten, wohl aber, sobald in einen solchen Raum ein Minimum von Licht einfällt, wozu Mondlicht hinreicht; diess Leuchten verschwindet auf der Stelle, so wie das Licht entfernt wird. Von besonderem Interesse sind die Beobachtungen über das reflectirende weisse Augenpigment der Fleischfresser. Das Tapetum der Pflanzenfresser verliert beim Trocknen seine Farbe, das Tapetum der Fleischfresser behält sie, und enthält ein weisses Pulver von rundlichen Körnchen. Nach den damit angestellten Versuchen soll Kalkerde wahrscheinlich in Verbindung mit Phosphorsäure seyn.

Einige haben geglaubt, die Empfindungen von Licht beim Druck auf das Auge seyen auch hierher zu zählen. Allein diese Empfindung ist bloss subjectiv, wie der Schmerz in der Haut, weil alle Reizungen der Nervenhaut des Auges, mechanische, elek-

trische, wie innere organische, z. B. der Blutandrang, Nervenverstimmung, subjective Lichtempfindung erregen. Niemals kann das ein Anderer sehen, wenn unser Auge die heftigsten subjectiven Empfindungen von Leuchten hat. Die subjectiven Gesichtsaffectionen sind bei jedem sehkräftigen Auge nicht selten, und bei mir äusserst häufig, aber das sind subjective Bilder, Affectionen der Nervenhaut, welche keine äusseren Gegenstände beleuchten können, weil sie ohne Entwickelung jenes imponderabeln Fluidums sind, welches auch in unserm Sehorgan Lichtempfindung erregt und Licht genannt wird; es sind blosse Empfindungen, die so wenig beleuchten, als mein Schmerz einem Andern Schmerz, mein Ohrenbrausen einem Andern Ohrenbrausen macht. Niemals findet so etwas statt. Man vergleiche meine Bemerkungen über den gerichts-ärztlich vorgekommenen Fall, wo Jemand durch einen Schlag auf das Auge einen Räuber erkannt haben wollte. MUELLER's *Archiv* 1834. *p.* 140.

Uebersicht der speciellen Physiologie.

I. Von den allgemein verbreiteten thierischen Säften, von der Säftebewegung und dem Gefässsystem.
II. Von den organisch-chemischen Processen.
III. Von der Physik der Nerven.
IV. Von den Muskelbewegungen, von der Stimme und Sprache.
V. Von den Sinnen.
VI. Von den Seelenäusserungen.
VII. Von der Zeugung.
VIII. Von der Entwickelung.

Der

speciellen Physiologie

Erstes Buch.

Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefässsystem.

I. Abschnitt. Vom Blut.

I. Mikroskopisch-mechanische Analyse des Blutes.
II. Chemische Analyse des Blutes.
III. Organische Eigenschaften des Blutes.

II. Abschnitt. Von dem Kreislauf des Blutes und dem Blutgefässsystem.

I. Formen des Gefässsystems in der Thierwelt.
II. Erscheinungen des Kreislaufes.
III. Das Herz als Ursache des Kreislaufes.
IV. Die einzelnen Theile des Gefässsystems.
V. Verhalten der Gefässwände bei der Aufnahme und Ausscheidung der Stoffe.

III. Abschnitt. Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem.

I. Die Lymphe.
II. Das Lymphgefässsystem.
III. Die Actionen der Lymphgefässe.

Der speciellen Physiologie

Erstes Buch.

Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefässsystem.

I. *Abschnitt.* Vom Blut.

Das Blut ist die Flüssigkeit, welche die Stoffe zur Bildung und Erhaltung aller Theile des thierischen Körpers enthält, welche die zersetzte Materie aus den Theilen in sich zur Ausscheidung nach besonderen Organen aufnimmt, und welche durch neue Nahrungsstoffe, theils von aussen, theils aus Materien, die schon organisirt waren, von dem Lymphgefässsystem aus ergänzt wird.

Das von den Lungen durch die Lungenvenen kommende und vermittelst der linken Herzkammer durch die Körperarterie und Aeste dem Körper zugetriebene Blut ist hochroth, das durch die Körpervenen zurückkehrende, und vermittelst der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie und Aeste wieder in die Lungen getriebene Blut ist dunkelroth.

Das Blut ist bei einigen Wirbellosen, z. B. vielen Anneliden und einigen Mollusken (*Planorbis*) auch roth, bei vielen Wirbellosen ist es farblos.

Sowohl in den feinsten Gefässen eines durchsichtigen Theiles als ganz frisch nach dem Ausflusse mikroskopisch untersucht, besteht das Blut aus sehr kleinen rothen Körperchen und einer klaren farblosen Flüssigkeit, *Lympha seu Liquor sanguinis*, welchen man nicht mit dem nach dem Gerinnen sich abscheidenden Blutwasser, *Serum*, verwechseln muss. Von Thieren, welche grössere Blutkörperchen haben, die nicht durch ein Filtrum von weissem Filtrirpapier gehen, wie beim Frosch, kann man noch vor dem Gerinnen sogleich einen Theil des farblosen *Liquor sanguinis* von den übrigen Theilen abseihen, und sich so eine Anschauung von der farblosen Blutflüssigkeit ausser den rothen Körperchen verschaffen. Die Körperchen des Blutes sind specifisch schwerer als die Flüssigkeit, welche sie enthält.

Das Blut des Menschen hat ein specifisches Gewicht von 1,0527 bis 1,057, einen salzigen Geschmack, reagirt schwach alkalisch, und verbreitet einen eigenthümlichen Geruch, *Halitus sanguinis*, der etwas verschieden ist bei verschiedenen Thieren, und am stärksten am Blute des männlichen Geschlechtes bemerkt wird.

Das aus der Ader gelassene Blut gerinnt in der Regel bei allen Wirbelthieren nach 2—10 Minuten. Zuerst wird das Blut dabei zu einer zusammenhängenden gallertartigen Masse, die sich nach und nach zusammenzieht, und zuerst tropfenweise, dann immer stärker eine klare, schmutzig gelbliche Flüssigkeit auspresst, das *Serum*, *Blutwasser*. Das rothe Gerinsel wird *Crassamentum*, *Placenta*, *Coagulum sanguinis*, *Blutkuchen* genannt. Das Blutwasser von 1,027 bis 1,029 spec. Gew. ist von salzigem Geschmack, bei den höheren Thieren schwach alkalisch (bei dem Frosche sehr undeutlich, fast indifferent). Das Blutwasser enthält thierische Stoffe aufgelöst, namentlich *Eiweiss*, *Albumen*, das aber nicht von selbst gerinnt, sondern nur bei gewissen Einflüssen, wie von Erhitzung zu 70° Cent. oder Säure, Alcohol u. A. Wird das rothe Coagulum lange in Wasser ausgewaschen, so löst sich die rothe Materie, *Cruor*, in Wasser auf, und es bleibt eine weisse, fadenartige Materie zurück, welche man *Faserstoff*, *Fibrina*, nennt. Dieser Stoff sinkt in Blutwasser unter, gleichwie auch das rothe Coagulum, wenn es nicht zufällig beigemengte Luftblasen enthält.

Bei Schwangeren, Wöchnerinnen, im acuten Rheumatismus und in Entzündungen, überhaupt aber, wenn das Blut langsamer gerinnt, senken sich die rothen Körperchen öfter schon vor dem Gerinnen unter das Niveau der Flüssigkeit; da nun aber doch die ganze Masse gerinnt, so ist der obere Theil des Gerinsels weiss, *Crusta inflammatoria*, der untere roth. Wenn frisches Blut geschlagen wird, so werden die rothen Körperchen nicht mit von dem Coagulum eingeschlossen, und der Faserstoff gerinnt sogleich in farblosen Fäden, die sich an den Stab anlegen, während das übrige nun flüssig bleibende Blut die rothen Körperchen schwebend enthält. Wird das frische Blut einer sehr niedern Temperatur ausgesetzt, so gefriert es und kann aufbewahrt werden, so dass es erst beim Aufthauen gerinnt. Alkalien verhindern die Gerinnung, schon ein Zusatz von 0,001 Aetznatrum, nach Prevost und Dumas; auch einige Salze, schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, kohlensaures Kali und Natron dem aus der Ader gelassenen Blut beigemengt, verhindern oder verzögern die Gerinnung des Blutes. Auch Viperngift und Ticunasgift haben nach Fontana diese Wirkung, wenn 1 mit 20 Theilen Blut versetzt wird; dagegen Viperngift in Theile des lebenden Körpers gebracht, die Gerinnung des Blutes schnell herbeiführen soll. Bei Menschen und Thieren, die vom Blitz oder starken elektrischen Entladungen getödtet sind, oder nach Vergiftungen von Blausäure, bei Thieren, die bis zum Tode gejagt, beim Tode nach starken Schlägen auf den Magen, worauf die Muskeln nicht todtenstarr werden sollen, vermisst man auch zuweilen die Gerinnung des Blutes in den Gefässen. Abernethy *physiol. lect. pag.* 246.

Das Blut gerinnt sonst ausser dem lebenden Körper sowohl

in der Ruhe, als wenn es bewegt wird, auch bei einer Temperatur, welche der des lebenden Körpers gleich ist, es gerinnt im luftleeren Raum und in vollgefüllten, luftdicht verschlossenen Gefässen und in nicht atmosphärischen Gasarten. Schroeder van der Kolk *comment. de sanguinis coagulatione. Groning.* 1820. *Diss. sist. sang. coagulantis historiam. Groning.* 1820. Die einzige Ursache der Gerinnung ist daher, dass sich die Mischung des Blutes nur unter dem Einflusse der lebenden Theile und namentlich der Gefässe erhält. Blut, welches im lebenden Körper aus den Blutgefässen austritt, gerinnt auch meistens. Nach Schroeder's Versuchen gerinnt das Blut ausserordentlich schnell nach gewaltsamer Zerstörung des Gehirns und des Rückenmarks, und man soll einige Minuten nach der Operation schon Coagula in den grossen Gefässen finden. Hewson, Parmentier, Deyeux und Schroeder haben beobachtet, dass, je mehr die Lebenskraft eines Thieres abnimmt, die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes um so schneller eintritt. Mehrere Beobachter wollen eine Temperaturerhöhung bei der Gerinnung beobachtet haben, wie Gordon, Thomson, Mayer, während J. Davy und Schroeder dies in Abrede stellen. J. Davy, *tentamen experimentale de sanguine. Edinb.* 1814. Meckel's *Archiv.* 1. *p.* 117. Vergl. ebend. 2. 317. 3. 454. 3. 456.

Die Menge des Blutes im lebenden Körper lässt sich nach der Quantität desselben bei tödtlichen Blutflüssen nicht genau bestimmen, da ein grosser Theil desselben in den kleineren Gefässen zurückbleibt und hier gerinnt. Dagegen hat Valentin (*Repert. III.* 281.) eine sinnreiche Methode hierzu angegeben und ausgeführt. Bei einem Thier, dessen Gewicht bekannt ist, wird durch einen Aderlass Blut entzogen und die procentige Menge von festem Rückstand in diesem Blute bestimmt. Man spritzt dann eine bestimmte Quantität dest. Wassers in die Vene ein, und entnimmt sogleich darauf neue Proben des Blutes aus verschiedenen Körpergefässen, deren procentiger Gehalt an festen Theilen ebenfalls bestimmt wird. Aus dem Unterschied der procentigen Gehalte der ersten und zweiten Blutart lässt sich dann die Menge des Blutes, welches verdünnt worden, berechnen. Die Versuche berechtigen zu der Voraussetzung, dass das eingespritzte Wasser sich schnell im Blute vertheile. Aus der Bestimmung der Blutmenge zum Körpergewicht lässt sich dann auf die Blutmenge beim Menschen bei jedem Körpergewicht schliessen. Das mittlere Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht war bei Hunden 1:4½, bei Schafen 1:5.

Ueber das Blut im Allgemeinen siehe Parmentier und Deyeux in Reil's *Archiv. B.* 1. *H.* 2. *p.* 76. Hewson *vom Blute. Nürnb.* 1780. Prevost und Dumas, *Bibliothèque universelle T.* 17. *p.* 294. Meck. *Archiv.* 8. Scudamore *über das Blut, aus d. Engl. Würzburg* 1826. Berzelius *Thierchemie* 3. *Aufl.* Denis *rech. experim. sur le sang humain. Paris* 1830. M. Edward's in Todd *Cyclopaedia of anatomy and physiology.* C. H. Schultz, *System der Circulation, Stuttgart* 1836. H. Nasse, *das Blut physiologisch und pathologisch untersucht, Bonn* 1836. Huenefeld, *der Chemismus in der thierischen Organisation. Leipz.* 1840.

I. Capitel. Mikroskopisch-mechanische Analyse des Blutes.

a. Untersuchung der Blutkörperchen.

Fontana, *nuovi osservazioni sopra i globetti rossi del sangue. Lucca* 1766. Hewson *experimental inquiries part.* 3. *Lond.* 1777. Prevost und Dumas a. a. O. J. Mueller in Burdach's *Physiologie. IV.* und in Poggend. *Annal.* 1832. *H.* 8. R. Wagner *zur vergleichenden Physiologie des Blutes. I.* 1834. *II.* 1838. Schultz a. a. O. Mandl *anatomie microscopique. Paris* 1838. Huenefeld a. a. O. Gulliver in *Lond. a. Edinb. philos. mag. Vol. XVI.* 1840.

Um die Blutkörperchen zu untersuchen, darf man sie nicht mit Wasser verdünnen, man würde sie dann ganz anders sehen, als sie im lebenden Körper sind; das Wasser verändert ihre Form augenblicklich. Daher muss man die Blutkörperchen entweder ohne Beimischung ganz dünn auf dem Objectträger des Mikroskopes ausbreiten, oder man muss sie mit Blutserum verdünnen. Wasser, worin etwas Kochsalz oder Zucker aufgelöst ist, kann ebenfalls zur Verdünnung angewandt werden. Diese Auflösungen verändern die Blutkörperchen durchaus nicht.

Die Gestalt der Blutkörperchen ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, sie sind indess, mögen sie kreisförmig oder elliptisch seyn, immer platt. Runde Scheiben sind sie beim Menschen und den meisten Säugethieren; die Camele und Lama's machen nach einer interessanten Entdeckung von Mandl davon eine Ausnahme, denn ihre Blutkörperchen sind elliptisch; auch hat Gulliver bei mehreren Arten der Gattung *Cervus* ausser den runden Scheiben Blutkörperchen von halbmondförmiger Gestalt mit spitzen Enden beobachtet.

Elliptisch sind sie bei den Vögeln, bei den Amphibien und vielen Fischen, zuweilen nähern sie sich hier der runden Form, wie beim Karpfen, oder sind bei einigen ganz rund, wie Rudolphi und R. Wagner sahen. Die elliptischen Körperchen der Amphibien und Vögel sind im Durchschnitt etwa noch einmal so lang als breit.

Von der Abplattung überzeugt man sich, wenn man den mit Serum, Kochsalz oder Zuckerwasser verdünnten Blutstropfen unter dem Mikroskop in Bewegung bringt, so dass viele von den Blutkörperchen beim Fliessen sich auf den Rand stellen. Am plattesten sind sie, im Verhältniss zu den anderen Durchmessern, bei den Amphibien und bei den Fischen; unter allen Thieren finde ich sie am plattesten beim Salamander, sehr platt sind sie auch beim Frosch, wo ihre Dicke 8 bis 10 Mal geringer ist, als ihr Längendurchmesser. Die Blutkörperchen des Salamanders zeigen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, keine von der Mitte der beiden Seitenflächen hervorragende Erhöhung, sondern sind ganz gleichförmig platt; die der Frösche zeigen aber zuweilen, nicht immer deutlich, ein auf beiden Seiten hervorragendes mittleres Hügelchen, wenn sie senkrecht auf

dem Rande stehen. Die Ursache der Erhöhung ist der im Innern enthaltene Kern. Die elliptischen Blutkörperchen der Vögel sind zwar nicht so platt, wie die der Amphibien, sie sind jedoch entschieden platt. Die Abplattung ist bei den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere ganz gleichförmig, und sie haben jedenfalls in der Mitte keine Erhöhung. Wenn sie auf dem Rande stehend gesehen werden, erscheinen sie wie ein kurzer, gleich dicker, dunkler Strich, der an beiden Enden nicht abgerundet, sondern fast scharf aufhört, ähnlich einer Münze, die man gegen den Rand ansieht. Sie sind beim Menschen 4 bis 5mal so dünn als breit.

Die Blutkörperchen der nackten Amphibien sind die grössten, die man kennt; die der Vögel und Fische und beschuppten Amphibien sind kleiner. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sind die kleinsten, und unter den Säugethieren sind sie auffallend klein nach Prevost und Dumas bei der Ziege und nach Gulliver bei *Moschus javanus.* Beim Menschen fand ich ihren Flächendurchmesser = 0,00023 — 0,00035 Par. Zoll. E. Weber, so wie Wollaston, geben sie zu 0,00020, Kater zu 0,00023, Prevost und Dumas zu 0,00025 P. Z. an. Die Blutkörperchen der Vögel, neben einander mit denen der Frösche untersucht, sind etwa halb so gross, als die der Frösche, die der Salamander sind etwas grösser, als die der Frösche, aber nicht $\frac{1}{3}$ grösser, sie sind etwas länglicher; die der Eidechse finde ich ungefähr $\frac{2}{3}$ vom Durchmesser derjenigen des Frosches. Die Blutkörperchen des Frosches sind, neben denen des Menschen untersucht, ungefähr vier Mal grösser, der Flächendurchmesser der Blutkörperchen des Menschen mit dem Längendurchmesser derselben beim Frosche verglichen. Die grössten Blutkörperchen, die man kennt, sind die des *Proteus anguinus.*

Die Blutkörperchen der Vögel, Amphibien, Fische enthalten einen Kern in ihrer Mitte, welcher sich durch seine hellere Farbe auszeichnet. Man sieht ihn nicht bloss in den Blutkörperchen des ausgeflossenen Blutes, sondern zuweilen selbst während der Circulation des Blutes in den Capillargefässen des Frosches unter dem Mikroskop. Er ist in den elliptischen Blutkörperchen meist auch elliptisch, zuweilen auffallend langgezogen, wie beim Salamander.

In den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sieht man in der Regel keinen Kern, seine Existenz ist jedoch schon wegen der Allgemeinheit der Erscheinung in den übrigen Classen wahrscheinlich. Ich glaube aber auch an einzelnen Blutkörperchen des Menschen bei einer gewissen Beleuchtung einen Kern gesehen zu haben. Vielleicht kommt der Kern den Blutkörperchen der höheren Classen nur zur Zeit der Bildung der Blutkörperchen zu, und verschwindet hernach, wie in mehreren anderen mit einem Kern versehenen organischen Zellen.

Wenn man die Blutkörperchen des Menschen unter dem Mikroskope mit Essigsäure versetzt, so verschwinden sie plötzlich und es bleiben nur sehr kleine Körnchen übrig, von denen es zweifelhaft ist, ob sie die Kerne der Blutkörperchen sind.

Im Blute der Frösche, so wie es aus dem Herzen selbst erhalten wird, giebt es noch eine zweite, viel kleinere Art von Körperchen, die sehr sparsam darin vorkommen; sie sind ganz rund, nicht platt, und ungefähr vier Mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen; sie kommen ganz mit den sehr sparsamen Körnchen der Lymphe der Frösche überein, und sind offenbar Lymphkügelchen von der in's Blut gelangenden Lymphe, oder Chyluskügelchen.

So lange die Blutkörperchen im Serum des Blutes enthalten sind, löst sich ihr Farbestoff nicht auf, wohl aber, wenn Wasser damit in Berührung kommt. Was Home (*Phil. Transact.* 1818.) von der leichten Zersetzbarkeit der Blutkörperchen gesagt hat, davon habe ich nichts bestätigt gefunden. Wenn Blut von Säugethieren geschlagen worden ist, so behalten die Blutkörperchen ihre Form, und mehrere Stunden später, ja selbst am andern Tage, mit den besten Instrumenten untersucht, zeigen die Blutkörperchen nicht die geringste Veränderung ihrer Form und Grösse. Selbst nach 24 Stunden ist fast nichts davon im Blutserum aufgelöst, und das Serum, welches nun einige Linien hoch über den im Serum suspendirten Blutkörperchen steht, ist gelb und farblos. Die Blutkörperchen des Frosches sinken dagegen schon im blossen Serum des Froschblutes schnell zu Boden, und das Serum steht farblos darüber; so erhalten sich die Körperchen, bei nicht zu warmer Witterung, ohne die geringste Veränderung ihrer Form und Grösse mehrere Tage lang. Um von Froschblut ein mit Blutkörperchen gemengtes Serum zu erhalten, nimmt man das sich bildende Gerinnsel nach und nach heraus, bis sich nichts mehr bildet. Auf diese Art erhält man Blutserum mit einer grossen Menge von Körperchen, während ein anderer Theil der Körperchen von dem Gerinnsel eingeschlossen ist. In diesem Zustande können die im Serum enthaltenen Blutkörperchen zu verschiedenen Versuchen dienen, wobei man ihre Veränderung mikroskopisch untersucht, während man frisches Blut wegen des sich bildenden Gerinnsels nicht zu Versuchen über das Verhalten der Blutkörperchen zu verschiedenen Stoffen brauchen kann.

Sehr merkwürdig ist die augenblickliche Veränderung der Blutkörperchen durch reines Wasser. Die Blutkörperchen des Menschen werden davon undeutlich, man sieht wegen der Kleinheit das Nähere nicht; doch scheinen sie ihre Plattheit zu verlieren. Am Froschblute sieht man aber Alles genau. So wie ein Tropfen Wasser mit einem Tropfen Blutes in Berührung kommt, werden augenblicklich die elliptischen platten Körperchen rund, und verlieren ihre Plattheit, so dass sich beim Vorbeifliessen keine mehr aufstellen und einen scharfen Rand sehen lassen. Viele zeigen sich ungleich, uneben, verschoben, die meisten sind rundlich, aber ungenau. Der Kern erscheint bei vielen verschoben, er wird nicht mehr in der Mitte, sondern an der Seite gesehen, in anderen fehlt er ganz; solcher sind jedoch nur wenige, und diese scheinen durch die gewaltsame Veränderung, welche sie vom Wasser erlitten haben, ihre Kerne ausgetrieben zu haben.

Das Wasser bringt diese gewaltsame Veränderung in den

Blutkörperchen hervor, dass es den in ihnen enthaltenen rothen Färbestoff auflöst, daher die Blutkörperchen auch ganz blass werden. Bei dieser Gelegenheit überzeugt man sich, dass die Schale der Blutkörperchen und der rothe Färbestoff zwei verschiedene Dinge sind. Denn letzterer löst sich ganz in dem umgebenden Wasser auf, während das Wasser durch Imbibition ins Innere der Blutkörperchen eindringt und sie anschwellt. Die blass gewordene Schale sah ich in 24 Stunden noch unverändert (Burdach *Physiol. IV.* 84.). Dagegen werden die erblassten Blutkörperchen sehr unscheinbar und schwer erkennbar, durch Zusatz von Jodlösung kann man sie wieder sichtbarer machen, wie Schultz angiebt.

Blutkörperchen, welche mehrere Tage mit Wasser in Berührung waren, maceriren darin bis zur vollständigen Zerstörung der Schale. Auf diese Weise konnte ich die Kerne der Blutkörperchen völlig isoliren. Diese werden auch jetzt nicht von Wasser angegriffen. Gegen Alkalien und Säuren verhalten sie sich so wie geronnenes Eiweiss und Faserstoff, sie sind leicht in Alkalien, schwer in Säuren löslich, in Essigsäure verändern sie sich innerhalb eines Tages nicht, welche sonst leicht etwas von Faserstoff aufnimmt. Aus blossem Fett bestehen sie nicht, da sie nach Simon im isolirten Zustande mit Aether behandelt davon nicht aufgelöst werden.

Ausser dem Wasser hat noch die *Essigsäure* ein characteristisches Verhalten zu den Blutkörperchen. Brachte ich Blutkörperchen des Frosches mit einem Tropfen Essigsäure zusammen, so schienen sie augenblicklich bis auf ihren Kern aufgelöst, aber ich konnte doch dicht um den Kern einen sehr schmalen, ganz blassen Umriss der Rinde bemerken. Diese Erscheinung beruht nach weiterer Beobachtung dieses Phänomens durch Schultz u. A. auf einer Zusammenziehung der Schale in Folge der Einwirkung der Essigsäure. Sowohl die Essigsäure als das Wasser ziehen den rothen Farbstoff aus der Schale der Blutkörperchen aus, das Wasser mit Aufschwellung der Schale, die Essigsäure mit Zusammenziehung derselben.

Die Mineralsäuren und Chlor wirken ganz anders auf die Blutkörperchen, sie lösen den Färbestoff derselben nicht auf, sondern machen ihn in den Blutkörperchen gerinnen, solche Blutkörperchen verändern sich nun im Wasser nicht mehr. Die Form der Blutkörperchen wird von Mineralsäuren nicht verändert. Von Alkalien werden sie aufgelöst und zwar sowohl der Kern als die Schale. Die narkotischen Alkaloide haben keinen Einfluss auf sie. Alkohol verändert sie nicht und macht nur ihren Farbstoff gerinnen. Neutralsalze lösen sie zwar nicht auf, bringen aber nach Mitscherlich allmählige Formveränderungen an ihnen hervor.

Sehr interessant ist die zuerst von Huenefeld gemachte, von Simon bestätigte Beobachtung, dass die Galle die Schale der Blutkörperchen auflöst. Es ist das Bilin der Galle, welches diese Wirkung hervorbringt. Bei Anwendung einer Lösung von Bilin werden sie auf der Stelle aufgelösl.

Die Gase haben zwar auf die Farbe des Blutes und so zu-

nächst der Blutkörperchen den wesentlichsten Einfluss, jedoch ohne alle Formveränderungen derselben. Sauerstoffgas und Kohlensäuregas hatten in meinen Versuchen nicht den geringsten Einfluss auf die Form der Blutkörperchen. Auch sind die Blutkörperchen im arteriösen und venösen Blute von gleicher Grösse und Form, und sie waren nicht verändert, als ich Fröschen die Lungen unterband und darauf abschnitt, worauf sie noch 30 Stunden lebten, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut, wie die Fische in v. Humboldt's und Provençal's Versuchen.

Die Blutkörperchen sind nach allem Vorhergehenden offenbar hohl, Hewson und Schultz nennen sie geradezu Bläschen; letzterer betrachtete sie als mit elastischer Flüssigkeit gefüllte Blasen, so dass hingegen der Färbestoff in der Wand des Bläschens enthalten wäre. Ich bin der Meinung, dass der flüssige Färbestoff den eigentlichen Inhalt der farblosen Schalen ausmacht, welcher sich beim Athmen durch den Einfluss der Luft heller röthet, ohne dass die Luft als gasförmiges oder elastisches Fluidum im Innern dieser Körperchen zurückbliebe. Man muss hierbei erwägen, dass die Blutkörperchen durch ihre specifische Schwere im Froschblut ganz zu Boden sinken, und in allen Blutarten schwerer als die Blutflüssigkeit sind.

Die Blutkörperchen gehören nach Schwann's Untersuchungen unter den allgemeinen Begriff der Zellen, wie sie in den organisirten Theilen primitiv oder permanent vorkommen; sie haben wie diese einen Kern. Die Schale ist die Zellenmembran, der Kern scheint zwar in den frischen Blutkörperchen in der Mitte der Höhlung der Schale zu liegen, aber beim Aufschwellen der Blutkörperchen von Wasser giebt er, wie Schwann zeigt, sein Verhältniss zur Wand der Zelle, wie auch in anderen Zellen zu erkennen, indem er dann in dem sphärisch gewordenen Blutkörperchen an einer Stelle der innern Fläche der Zelle dicht anliegt. Beim Rollen der von Wasser angeschwollenen Blutkörperchen unter dem Mikroskop erkennt man die Fixirung, und der Kern bewegt sich nicht in der Zelle, wenn diese rollt. Nach den Grundsätzen der Zellentheorie ist der Färbestoff, Zelleninhalt, vergleichbar dem Inhalt anderer Zellen, bei denen sich die platte Form oft wiederholt, wie bei den Epitheliumzellen und anderen.

Schon das entgegengesetzte Verhalten der Blutkörperchen gegen Wasser und Essigsäure beweist, dass die Zellenmembran einer starken Expansion und Contraction fähig ist. Aber auch im lebenden Körper beim Untersuchen der Blutbewegung in den Capillargefässen unter dem Mikroskop sieht man nicht selten deutlich, dass die Blutkörperchen einen gewissen Grad von Elasticität besitzen, indem sie an engen Durchgangsstellen eingeschnürt werden, sich verlängern und nach der Befreiung wieder zusammenziehen, am leichtesten sieht man diese, schon den älteren Beobachtern bekannte Erscheinung an den Lungen der Frösche.

Ueber die Blutkörperchen der Wirbellosen siehe die oben angeführte, sehr reichhaltige Schrift von Wagner.

b. Untersuchung der Blutflüssigkeit.

Unter Blutflüssigkeit, *Liquor sanguinis*, *Lympha sanguinis*, versteht man die farblose Flüssigkeit des Blutes ausser den rothen Blutkörperchen, und zwar so, wie sie vor dem Gerinnen des Blutes ist. Dieser nicht theoretische und deswegen ganz zweckmässige Ausdruck begreift Alles, was nun weiter nicht mehr mechanisch beigemengt, sondern in völlig flüssigem Zustande im Blute enthalten ist. Bei dem Gerinnen trennt sich diese Flüssigkeit in den Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und beim Gerinnen die rothen Körperchen mit einschliesst, und in das Serum, welches nun noch den Eiweissstoff aufgelöst enthält. Diese Scheidung der Blutflüssigkeit in einen flüssigen und festen Theil ist nicht als Trennung einer vorher da gewesenen chemischen Verbindung von Faserstoff und Eiweiss anzusehen, wofür keine Gründe vorhanden sind, sondern ist bedingt durch die verschiedenen Eigenschaften der in der Blutflüssigkeit aufgelösten Stoffe. Ebenso wenig kann der Faserstoff als eine Formveränderung des Eiweisses angesehen werden, so dass der Faserstoff in Verbindung mit dem Alkali des Blutes Eiweiss wäre, wie Denis behauptet. Berzelius widerlegt diess durch die Bemerkung, dass durch die Neutralisation des Alkalis des Blutwassers durch Zusatz von Essigsäure kein Faserstoff niedergeschlagen wird. Es wird auch durch die elementare Zusammmensetzung des Faserstoffs und des Eiweisses widerlegt. Wir werden in dieser mechanischen Analyse des Blutes zuerst den Faserstoff, dann das Serum abhandeln.

1) *Vom Faserstoff.*

Home, Prévost und Dumas betrachteten das rothe Gerinnsel von Blut als eine Aggregation der Blutkörperchen, und sahen die Kerne der Blutkörperchen als die Faserstoffkügelchen an, welche durch Auswaschen des Farbstoffs von ihrer Hülle befreit als weisses Goagulum zurückbleiben sollten. Der Faserstoff hat jedoch eine ganz andere Quelle.

Hewson hat schon gute Gründe dafür beigebracht, dass der Faserstoff nicht in den Blutkörperchen, sondern ausser ihnen im Blute enthalten ist. Hier kann er entweder aufgelöst oder fein vertheilt als Körnchen vorhanden seyn, die sich bei der Gerinnung verbinden, wie Milne Edwards vermuthete. Die folgenden Beobachtnngen beweisen, dass der Faserstoff so gut wie das Eiweiss in der Blutflüssigkeit wirklich aufgelöst ist.

Brachte ich einen Tropfen reinen Blutes unter das Mikroskop und verdünnte ihn mit Serum, so dass die Blutkörperchen ganz zerstreut aus einander lagen, so konnte ich bei mikroskopischer Beobachtung sehen, dass zwischen den Blutkörperchen in den Zwischenräumen ein Gerinnsel von vorher aufgelöstem Stoff entstand, durch welches nun allein noch die ganz zerstreuten Blutkörperchen zusammenhingen. So konnte ich alle Blutkörperchen, so zerstreut sie auch waren, und so gross auch die Zwischenräume zwischen ihnen waren, doch zu gleicher Zeit verschieben, wenn

ich mit der Nadel das die Zwischenräume ausfüllende Faserstoffgerinsel zerrte.

Es giebt indessen eine noch viel leichtere und sicherere Art sich zu überzeugen, dass Faserstoff im Froschblute aufgelöst ist. Da die Blutkörperchen des Frosches ungefähr 4mal grösser sind, als die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere, so schloss ich, dass das Filtrum sie vielleicht zurückhält, während es die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere durchlässt.

Der Versuch lässt sich ganz im Kleinen mit dem Blute eines einzigen Frosches anstellen; ein kleines gläsernes Trichterchen und ein Filtrum von gewöhnlichem weissem Filtrirpapier sind das Einzige, was man nöthig hat. Das Filtrum muss natürlich vorher nass seyn, und es ist gut, wenn man das eingegossene frische Blut des Frosches schnell mit eben so viel Wasser versetzt. Was dann von dem Filtrum abfliesst, ist ein ganz farbloses, klares Serum von Wasser verdünnt, mit einem ganz leichten Anfluge von Roth, von Farbestoff, welcher von zugesetztem Wasser aufgelöst worden. Da indessen die Auflösung des Blutroths von Froschblut durch Wasser ziemlich langsam geschieht, so ist das Durchgeseihte kaum röthlich zu nennen, und zuweilen ganz farblos. Wendet man statt des zugesetzten Wassers vielmehr Zuckerwasser an (1 Theil Zucker auf 200 Theile und mehr Wasser), so ist das Durchgehende noch reiner. Untersucht man das durchgehende Serum mit dem Mikroskope, so bemerkt man keine Kügelchen darin. In diesem klaren Serum entsteht nun innerhalb einiger Minuten ein wasserhelles Coagulum, so klar und durchsichtig, dass man es nach seiner Bildung nicht einmal bemerkt, wenn man es nicht mit einer Nadel aus der Flüssigkeit hervorzieht. Nach und nach verdichtet es sich und wird weisslich, fadenartig; es sieht dann gerade so aus, wie das Coagulum der Lymphe. Auf diese Art gewinnt man den Faserstoff von Blut im reinsten Zustande, wie es bisher nicht dargestellt werden konnte. Es versteht sich von selbst, dass dabei nicht aller im Blute aufgelöste Faserstoff erhalten wird; der grösste Theil gerinnt innerhalb des Filtrums, weil er nicht vor seiner Gerinnung durchs Filtrum gelangen kann. Der frisch geronnene Faserstoff ist nicht deutlich körnig, sondern ganz gleichartig; erst wenn er sich zusammengezogen hat und weisslich geworden ist, sieht man mit dem zusammengesetzten Mikroskope ein ganz undeutlich feinkörniges Wesen.

Zur Bestimmung der Quantität des Faserstoffs bedient man sich des Schlagens des Blutes, der vorher aufgelöste Faserstoff gerinnt dann in Fäden, welche den Stab umwickeln und die Blutkörperchen bleiben in der Flüssigkeit, indem sie durch das Schlagen von dem Gerinnsel abgetrieben werden. Der gewonnene weisse Faserstoff lässt sich dann noch durch Waschen mit Wasser völlig von anklebenden Blutkörperchen und von Serum reinigen.

Von 3627 Gran geschlagenen Ochsenblutes erhielt ich 18 Gran Faserstoff im getrockneten Zustande, von 3945 Gran Ochsenblut, das nicht geschlagen wurde, 641 Gran rothes Coagulum im getrockneten Zustande; diess macht auf 100 Th. Ochsenblut

16,248 Th. trocknes rothes Coagulum, worin 0,496 Faserstoff enthalten sind. Nach Fourcroy enthält das Blut 0,0015 — 0,0043 trockne Fibrin, nach Berzelius enthalten 1000 Th. 0,75, nach Lassaigne 1, 2 trocknes Fibrin. Aus 22 Beobachtungen fand Lecanu (*Transact. med.* 6. *Oct.* 1831. 92.) die Menge des trocknen Fibrin zu 1,360 — 7,235 auf 1000 Th. Menschenblut.

Da das Arterienblut ernährt, und da beständig Lymphe mit aufgelöstem Faserstoffe von den Organen kommt, so lässt es sich schon erwarten, dass das Arterienblut mehr Faserstoff enthalten müsse als das Venenblut. So haben es auch Mayer, Berthold, Denis und ich selbst beobachtet. Nach Denis verhält sich der Gehalt an Faserstoff im venösen und arteriösen Blute wie 24:25; nach Berthold bei Ziegen wie 366:429, bei Katzen wie 474:521, bei Schafen wie 475:566, bei Hunden wie 500:666. Das Arterienblut der Ziege enthielt in einem Versuch von mir 0,483 Proc., das Venenblut 0,395 Proc. Faserstoff. Das Mittel aus diesen Beobachtungen ist, dass sich der Faserstoff im Arterienblut und Venenblut wie 29:24 verhält.

Dagegen lässt sich die Menge der Blutkörperchen auf keine Weise sicher bestimmen. Prevost und Dumas hatten sie aus der Menge des rothen getrockneten Coagulums von Blut zu erhalten geglaubt, indem sie von der Voraussetzung ausgingen, dass der Faserstoff des Blutes nichts anderes als die Kerne der Blutkörperchen sind. Daher ist das, was sie Menge der Blutkügelchen nennen, vielmehr die Summe der Blutkörperchen und des vorher aufgelösten Faserstoffs. Mit dieser Correction behalten die zahlreichen quantitativen Bestimmungen der beiden Naturforscher ihren Werth. Diess ist auch auf die quantitativen Bestimmungen der Bestandtheile des Blutes in verschiedenen Temperamenten von Lecanu anwendbar.

Wenn man die Menge des rothen Coagulums in 100 Th. Blut bestimmt und die Menge des Faserstoffs in 100 Th. Blut davon abzieht, so erhält man die Menge der in diesem Coagulum enthaltenen Blutkörperchen, vermengt mit einer unbestimmbaren Menge Eiweiss von dem Serum, welches in das Coagulum eingeschlossen war, und es giebt kein Mittel, dieses Eiweiss zu berechnen. Will man dagegen die Quantität der Blutkörperchen aus der Menge des Färbestoffs bestimmen, den man aus dem Blut ausziehen kann, wie Einige thun, so lässt man die farblosen Schalen, die den Färbstoff enthielten und ihre Kerne ausser Acht.

Wenn die Blutkörperchen vor der Gerinnung unter das der Niveau des Liquor sanguinis sich senken, so muss bei der Gerinnung des Blutes der obere Theil des Coagulum weiss, der untere, der zugleich die gesunkenen Blutkörperchen einschliesst, roth erscheinen. Der obere weisse Theil ist die sogenannte *Crusta inflammatoria*, welche sich im Blute bei Entzündungen, acutem Rheumatismus und im Blute der Schwangeren und Wöchnerinnen zeigt, bei manchen Thieren, z. B. Pferden aber auch leicht ohne alle besondere Veranlassung eintritt. Indem sich der Blutkuchen nach einer solchen Gerinnung zusammenzieht und das Serum aus-

treibt, zieht sich der obere weisse, weil er bloss aus Faserstoff besteht, fester zusammen, als der untere rothe Theil, der ausser dem Faserstoff auch die rothen Körperchen einschliesst. Der Durchmesser des obern Theils wird zuletzt viel kleiner als der Durchmesser des untern rothen Theils des Kuchens.

Man kann es dem Blute immer vorher schon ansehen, wenn es eine Kruste, d. h. einen obern farblosen Theil des Coagulums erhalten soll; denn da die Bedingung dazu die Senkung der rothen Körperchen unter das Niveau ist, so sieht man an dem Blute, worauf nachher eine *Crusta inflammatoria* entsteht, den obersten Theil der Flüssigkeit vor dem Gerinnen zuerst durchscheinend, dann weisslich werden. Diess ist das durch die ganze Masse verbreitete, aufgelösten Faserstoff enthaltende Serum, welches vor dem Gerinnen des Faserstoffs einen weisslichen opalisirenden Anschein erhält. Hewson und Babbington (*Medico-chirurgical Transact. Vol. XVI. p.* 11.) haben gezeigt, dass man dieses farblose Serum vor dem Gerinnen mit einem Löffelchen abschöpfen kann, und dass dieses abgeschöpfte Serum noch gerinnt. Dieses habe ich auch am Blute einer Schwangern bestätigt gesehen.

Es fragt sich nun, aus welcher Ursache in jenen Fällen die rothen Körperchen vor der Gerinnung sich senken. Man könnte die Ursache in einer geringern specifischen Schwere der Blutflüssigkeit im Verhältnisse zu den rothen Körperchen jener Blutarten suchen. Man besitzt aber keine Gründe für diese Voraussetzung, oder richtiger, man hat durchaus keine Kenntniss von der verschiedenen specifischen Schwere der Blutflüssigkeit zu den Blutkörperchen in verschiedenen Blutarten. Hewson erklärte die *Crusta inflammatoria* aus der langsamern Gerinnung des entzündlichen Blutes, wodurch die rothen Körperchen des entzündlichen Blutes noch vor der Gerinnung Zeit haben, sich unter das Niveau zu senken.

Um diese Ansicht zu prüfen, habe ich eine Reihe von Beobachtungen mit verschiedenen Blutarten, und zwar zuerst mit geschlagenem Blute angestellt. Ich wollte zuerst wissen, in wie viel Zeit und wie tief die Blutkörperchen im geschlagenen Blute, also in blossen Serum sich senken. Es geschieht sehr langsam in geschlagenem Schaf- und Ochsenblut; viel schneller senken sich die Blutkörperchen im geschlagenen Katzenblute und geschlagenen gesunden Menschenblute; sie sinken z. B. hier innerhalb einer Viertelstunde eine Linie, und innerhalb mehrerer Stunden 4 bis 6 Linien unter das Niveau. Allein dieses Factum ist doch nicht hinreichend, die Crusta inflammatoria zu erklären, wenn auch das entzündliche Blut langsamer gerinnt, denn so langsam gerinnt es nicht, und gleichwohl hat die Crusta inflammatoria zuweilen eine Höhe von $\frac{1}{2}$ Zoll. Viel schneller als in Blutserum oder geschlagenen Blut senken sich die Blutkörperchen in der natürlichen Blutflüssigkeit oder im Liquor sanguinis, der noch den aufgelösten Faserstoff enthält, wenn man es in seiner Gewalt hat, die Gerinnung eine Zeit lang aufzuhalten, z. B. durch Zusatz von etwas unterkohlensaurem Kali. In allen Fällen bewährte es sich, dass

die Blutkörperchen von gesundem Menschenblute, dessen Gerinnung ich aufgehalten hatte, schon in 5 bis 6 Minuten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien unter das Niveau gesunken waren, und dass sie innerhalb einer Stunde 4 bis 5 Linien unter dem Niveau standen. Das darüber stehende Fluidum wurde allmählig weisslich, und wenn nicht zu viel kohlensaures Kali zugesetzt war, so gerann es in einen weichen, fadenziehenden Faserstoff, der in einem Falle, selbst bei nicht entzündlichem Blute, ziemlich fest wurde und eine Art Kruste bildete. Indem ich also die Gerinnung verlangsamte, besass ich das Mittel, den Vorgang bei der Crusta inflammatoria künstlich zu erzeugen. Der Unterschied liegt nur darin, dass der Faserstoff des farblosen Gerinnsels mehr weich und fadenziehend ist, was vielleicht von dem Einflusse des kohlensauren Kali herrührt. In wahrhaft entzündlichem Blute ist die Kruste schon darum fest, weil, wie Scudamore gezeigt hat, das entzündliche Blut mehr Faserstoff enthält.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass nicht die langsamere Gerinnung allein die Ursache vom Senken der Blutkörperchen in kurzer Zeit und von der Crusta inflammatoria ist, sondern dass dieses schnelle Senken von der Zusammensetzung der Blutflüssigkeit und von der Auflösung des Faserstoffs in derselben zugleich abhängig ist, indem es nach Entfernung des Faserstoffs aus der Auflösung viel langsamer erfolgt. Hieraus begreift man weiter, dass das Senken der Blutkörperchen schneller erfolgen müsse, wenn die Quantität des Faserstoffs im Blute vermehrt ist, wie es sich eben in der Entzündung ereignet.

Warum die Blutkörperchen in der reinen Blutflüssigkeit schnell sinken, langsam aber in der vom Faserstoff befreiten Blutflüssigkeit, oder im Serum des geschlagenen Blutes, lässt sich nicht beantworten. Alle Suspensions-Erscheinungen hängen übrigens von der Adhäsion der kleinen Theilchen zu den Flüssigkeiten ab. Vielleicht ist die Adhäsion der Blutkörperchen zur Flüssigkeit des Blutes, worin noch Faserstoff aufgelöst ist, geringer als zum Serum des geschlagenen Blutes, woraus der Faserstoff entfernt ist. Es verdient noch erwähnt zu werden, dass geschlagenes und von Faserstoff befreites Blut, in welchem die Blutkörperchen wenig Neigung sich zu senken zeigten, diese Disposition sogleich annahm, wenn ich es mit einer Auflösung von arabischem Gummi versetzte.

John Davy hat darauf aufmerksam gemacht, dass entzündliches Blut nicht immer langsamer gerinnt. In diesen Fällen können sich die Blutkörperchen schon darum schneller senken, weil entzündliches Blut mehr aufgelösten Faserstoff enthält, da die Auflösung des Faserstoffs im Blute überhaupt das Blut geneigt macht, die Blutkörperchen schneller sinken zu lassen als es in Blut geschieht, woraus der Faserstoff entfernt ist.

Hiernach sind die Hauptursachen des Senkens der Blutkörperchen und der Crusta inflammatoria sowohl die langsamere Gerinnung, als die grössere Quantität des aufgelösten Faserstoffs. Wenn zuweilen auch andere Blutarten eine lockere Kruste ab-

setzen, unter Umständen, wo man mehr eine anfangende Zersetzung des Blutes vermuthen sollte, als eine grössere Quantität von Fibrin, so kann diess hinreichend aus der langsameren Gerinnung eines solchen Blutes erklärt werden, da auch gesundes Blut, wie ich gezeigt habe, ziemlich schnell die Blutkörperchen sinken lässt, und später ein oberes farbloses Gerinnsel bildet, sobald man nur die Gerinnung verlangsamt*).

Das Senken der Blutkörperchen erfolgt auch in den Blutgefässen der Leichen, wenn die Leichen ruhig liegen bis zu der Zeit, wo die Gerinnung des Blutes eintritt. In diesem Fall erhält man Coagula aus dem Herzen und den grossen Gefässen, welche oben weiss, unten roth sind. Phoebus hat gezeigt, dass der weisse Theil des Coagulums immer den obern Theil des Coagulums in einem Blutgefässe einnimmt, die Leiche mag nach dem Tode auf den Rücken oder Bauch gelegt seyn, wenn nur die Lage sich bis zur Gerinnung des Blutes gleich bleibt. Phoebus, *Leichenbefund in der Cholera. Berlin* 1833 **).

2) *Vom Blutwasser.*

Die Blutflüssigkeit, *Liquor sanguinis*, welche den Faserstoff aufgelöst enthält, zerfällt beim Gerinnen in einen flüssig bleibenden Theil und Faserstoff. Das neue übrig bleibende Flüssige wird Blutwasser oder Serum genannt, welches also wohl von der ursprünglichen Blutflüssigkeit zu unterscheiden ist. Das Serum ist gelblich, von salzigem Geschmack und 1,027 bis 1,029 specifischem Gewicht; es reagirt bei höheren Thieren deutlich alkalisch und gerinnt beim Erhitzen bis 70° — 75° C. durch Gerinnung des darin aufgelösten Eiweisses (*Albumen*) zu einer Gallerte, dagegen der Faserstoff vom Blut ausser den Adern ohne alle äusseren Einflüsse von selbst gerinnt. Der wesentlichste Bestandtheil des Blutwassers ist Eiweiss. Ausserdem enthält das Serum freies Alkali (Natron, auch Kali), wahrscheinlich mit Eiweiss verbunden, und Salze von diesen Basen. Prevost und Dumas haben die relative Quantität der festen Bestandtheile im Blutwasser zu den übrigen bei vielen Thieren bestimmt.

*) Retzius beobachtete einmal eine von der gewöhnlichen Formation der Crusta inflammatoria verschiedene Bildung derselben. Schnell nach dem Aderlass coagulirte das Blut in einen Klumpen. In 2 Stunden war noch kein Serum ausgeschieden, aber nach dieser Zeit erschien es in Menge und bedeckte den schwarzen Kuchen. Das Serum wurde opalisirend und nach 4 Stunden hatte es eine dicke Lage Faserstoff abgesetzt. Ein Theil des Faserstoffs war hier bei der ersten Gerinnung in festen Zustand übergegangen, der übrige noch im Serum aufgelöst und der ganze Process von der langsamen Gerinnung des Faserstoffs abhängig. Vergl. über *Crusta inflammatoria* H. Nasse, *das Blut. Bonn* 1836.

**) Weisse Blutgerinsel, die nach dem Tode im Herz entstanden, verzweigen sich oft tief zwischen die Trabeculae des Herzens in alle vertieften Stellen, welche Blut enthielten und werden bei Sectionen zuweilen irrigerweise für festsitzende Polypen genommen.

	100 Theile Blut.			100 Theile Blutwasser.	
	Blutkuchen.	Eiweiss.	Wasser.	Eiweiss.	Wasser.
Mensch	12,92	8,69	78,39	10,0	90,0
Simia Callitriche	14,61	7,79	77,60	9,2	90,8
Hund	12,38	6,55	81,07	7,4	92,6
Katze	12,04	8,43	79,53	9,6	90,4
Pferd	9,20	8,97	81,83	9,9	90,1
Kalb	9,12	8,28	82,6	9,9	90,1
Schaf	9,35	7,[illegible]2	82,93	8,5	91,5
Ziege	10,20	8,34	81,46	9,3	90,7
Kaninchen	9,38	6,83	83,79	10,9	89,1
Meerschweinchen	12,80	8,72	78,48	10,0	90,0
Rabe	14,66	5,64	79,70	6,6	93,4
Reiher	13,26	5,92	80,82	6,8	93,2
Ente	15,01	8,47	76,52	9,9	90,1
Huhn	15,71	6,30	77,99	7,5	92,5
Taube	15,57	4,69	79,74	5,5	94,5
Forelle	6,38	7,25	86,37	7,7	92,3
Aalraupe	4,81	6,57	88,62	6,9	93,1
Aal	6,00	9,40	84,60	10,0	90,0
Landschildkröte	15,06	8,06	76,88	9,6	90,4
Frosch	6,90	4,64	88,46	5,0	95,0

Hieraus geht hervor, dass beim Menschen im Blutwasser ungefähr $\frac{1}{10}$ anderweitige Bestandtheile und besonders Eiweiss aufgelöst sind, und dass sich diess Verhältniss so ziemlich bei den Thieren bis zu den Fischen erhält, während nur die relative Menge des Blutkuchens (Kügelchen und Faserstoff zusammen) im Blute bei den *nackten* Amphibien und Fischen abnimmt. Beim Menschen verhalten sich die festen Theile des Blutkuchens zu den im Blutwasser aufgelösten Theilen wie 12,92 : 8,69 oder ungefähr wie 3 : 2. Das Blut der fleischfressenden Thiere liefert mehr Blutkuchen als das der pflanzenfressenden. Nach J. Davy liefert das Blut vom Lamm weniger und weicheres Coagulum als das vom erwachsenen Schaf. Nach Berthold (*Beiträge zur Anat., Zool. u. Physiol. Gött.* 1831.) scheint die Menge des Faserstoffs bei den kaltblütigen Thieren nicht geringer, wohl aber die des Cruors.

Lecanu hat das Blut bei den verschiedenen Geschlechtern, Altern, Temperamenten untersucht. Diese Arbeit macht in diesem Theile der physiologischen Chemie eine neue Epoche, er scheint mit Genauigkeit eine ausserordentliche Anzahl von Beobachtungen gemacht und verglichen zu haben. *a. a. O. p.* 94 — 107. Lecanu fand die Quantität des Wassers in 1000 Blut variiren von 778,625 — 853,135. Mittel 815,880. Beim Weib ist die Variation 790,394 — 853,135. Beim Mann ist die Variation 778,625 — 805,263. Hiernach enthält das Blut des Weibes mehr Wasser, was auch Denis fand in 24 Beobachtungen vom Mann und 28 vom Weibe. Nach ihm variirt die Menge des Wassers beim

Mann von 805,00—732, beim Weibe von 848,00—750,00, die beiden Mittel verhalten sich wie 767:787. Die Quantität des Wassers ist nach Lecanu in keinem bestimmten Verhältniss zu den Lebensaltern, dagegen Denis mehr Wasser bei Kindern und Greisen fand. In Hinsicht der Temperamente fand Lecanu, dass das Blut der Sanguinischen weniger Wasser enthält als das Blut der Phlegmatischen; bei sanguinischen Weibern variirte die Menge des Wassers in 4 Beobachtungen von 790,394—796,175, bei phlegmatischen Weibern in 5 Beobachtungen von 790,840—827,130. Mittel beim sanguinischen Temperament der Weiber 793,007, beim phlegmatischen Temperament der Weiber 803,710. Aus ähnlichen Beobachtungen an Männern ergab sich das Mittel für das sanguinische Temperament der Männer 786,584, für das phlegmatische Temperament der Männer 800,566.

Die Menge des Eiweisses variirt im Allgemeinen von 57,890 bis 78,270; indess ist die Quantität des Albumen bei Männern und Weibern fast gleich, auch zeigt sich kein bestimmter Unterschied in den Altern von 20—60 Jahren, eben so wenig zeigt sich ein auffallender Unterschied in den Temperamenten.

Die Menge des Blutkuchens (Faserstoff und Cruor) variirt im Allgemeinen von 68,349—148,450, Mittel 108,399. Dieselbe variirt bei Männern von 115,850—148,450, bei Weibern von 68,349—129,990. Das Blut der Männer enthält also nach Lecanu ungefähr 32,980 mehr Bestandtheile des Blutkuchens, als das der Weiber. Dagegen scheint die Quantität des Blutkuchens nicht proportionell mit dem Alter zuzunehmen, wenigstens nicht vom 20.—60. Jahre. Aber die Quantität des Coagulums ist grösser beim sanguinischen Temperament als beim phlegmatischen, was auch Denis fand. Das Verhältniss des Coagulums variirte in 4 Beobachtungen bei Weibern von sanguinischem Temperament in 1000 Theilen Blut von 121,720 bis 129,654, beim phlegmatischen Temperament in 5 Beobachtungen von 92,670—129,990; Mittel beim sanguinischen Temperament der Weiber 126,174, beim phlegmatischen Temperament der Weiber 117,300. Differenz 8,874. Bei den Männern variirte das Verhältniss des Coagulums in 1000 Theilen Blut beim sanguinischen Temperament in 5 Beobachtungen von 121,540—148,450, beim phlegmatischen Temperament ergaben 2 Beobachtungen 115,850 und 117,484. In der Menstruation scheint nach Lecanu das Blut des Weibes an Coagulum zu verlieren.

II. Capitel. Chemische Analyse des Blutes.

(Berzelius *Thierchemie.* 3. *Aufl.* Mulder in *Bulletin des sciences phys. et nat. en Neerlande. Rotterd.* 1838. 1839. Lecanu *études chimiques sur le sang. Paris* 1827. Huenefeld *der Chemismus in der thierischen Organisation. Leipz.* 1840. Simon *Handb. der angew. med. Chemie. Berlin* 1840.)

Die wichtigsten im Blute vorkommenden thierischen Stoffe sind *Haematin, Globulin*, beide Bestandtheile der Blutkörperchen, *Albumin* und *Fibrin*. Mit Ausnahme des Haematins haben die übrigen Stoffe eine gemeinsame Basis, das *Protëin*, welches in ihnen in verschiedenen Verhältnissen mit Phosphor und Schwefel verbunden ist. Mulder hat diese wichtige Entdeckung gemacht, auch denselben organischen Grundstoff im Fleisch, Käsestoff und Pflanzeneiweiss gefunden. Die zu untersuchende Substanz wird nach Mulder's Angaben von fremden Stoffen durch Wasser, Alkohol, Aether und Salzsäure befreit, die ersten ziehen die in Wasser und Alkohol löslichen Extractivstoffe und Salze, Alkohol und Aether das Fett aus, die Behandlung mit verdünnter Salzsäure dient zur Ausziehung der unlöslichen Erdsalze, besonders der phosphorsauren Kalkerde. Dann wird die Substanz in mässig starker Lauge von Kalihydrat gelöst und bis 50° C. erhitzt. Der mit dem Protein verbundene Antheil von Schwefel und Phosphor wird hierbei vom Kali aufgenommen. Bei Zusatz von Essigsäure fällt das Protein nieder als eine flockige Substanz. Das Protein ist in Wasser unlöslich, durch sehr langes Kochen mit Wasser löst es sich allmählig auf, es ist ferner unlöslich in Alcohol und Aether. Es bildet mit Säuren und Basen Verbindungen, in allen sehr verdünnten Säuren löst es sich auf und wird wieder durch concentrirte Säure gefällt. Es besteht aus

Kohlenstoff	55,29
Wasserstoff	7,00
Stickstoff	16,01
Sauerstoff	21,70

Albumin oder Eiweissstoff ist eine Verbindung von Protein mit Schwefel, Phosphor und phosphorsaurer Kalkerde. Das *Fibrin* enthält dieselben Bestandtheile, aber nur halb so viel Schwefel als das Albumin.

Dasjenige, was man von den Kernen der Blutkörperchen weiss, ist schon oben angeführt. Die übrige Substanz derselben besteht aus *Haematin* und *Globulin*, wovon das erstere den rothen Färbestoff im Innern der Blutzellen bildet, das *Globulin*, wie es scheint, der Substanz der Zellenmembran angehört, wenn es nicht auch mit Haematin in den Zellen enthalten ist.

I. Haematin, Blutfarbestoff, Blutroth.

Es giebt davon zwei Zustände, den im Wasser *löslichen* und den *unlöslichen*. Wie es in den Blutkörperchen enthalten ist, kann man es als eine sehr concentrirte wässrige Auflösung betrachten, welche durch den Salz- und Eiweissgehalt des Blutwassers gehindert wird, sich in dem Blutwasser aufzulösen, bei Zusatz von Wasser aber von diesem aus den Blutzellen ausgezogen wird. Um es im auflöslichen Zustande rein und unvermengt mit den farblosen Schalen der Blutkörperchen und ihren Kernen zu erhalten, muss man es auf eine Weise von den Blutkörperchen trennen, dass die Reste der letztern abgesondert werden. Diess ist auf eine zuverlässige Weise fast nur bei kaltblütigen Thieren,

z. B. beim Frosch möglich, wo man die Blutkörperchen leicht vom Blutwasser, und vermöge der Filtration die von Farbestoff befreiten Hüllen von der Farbestoffauflösung trennen kann.

Zu diesem Zweck bereitet man sich vermöge Schlagen des Blutes ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches, entfernt das Gerinnsel und lässt das Gemenge ruhig in einem Gefässe stehen. Die Blutkörperchen setzen sich auf dem Boden an und man kann das darüberstehende Serum vermittelst einer Saugröhre und vermittelst Streifen von Löschpapier entfernen. Will man sie ganz von anklebendem Eiweiss des Blutwassers befreien, so kann man sie mit Zuckerwasser oder salinischem Wasser versetzen und filtriren. Bei dieser Gelegenheit lösen sie sich noch nicht auf; eine reine wässrige Auflösung des Farbestoffs erhält man dann, wenn man sie mit destill. Wasser auf dem Filtrum behandelt. Das ablaufende ist eine Auflösung von reinem Farbestoff unvermengt mit den Resten der Blutkörperchen oder Zellen. Bei Versuchen mit Säugethierblut und Blut des Menschen muss man sich mit einer unvollkommenen Abscheidung begnügen. Man schneidet einen rothen Blutkuchen, der sich bereits auf ein Minimum zusammengezogen und sein Serum freigegeben hat, in kleine Stückchen, wäscht diese auf dem Filtrum mit der Auflösung von einem Neutralsalz von dem anklebenden Serum rein, wobei sich die Blutkörperchen in der Salzlosution nicht lösen; nachdem dann die rothen Coagula auf Löschpapier möglichst von Flüssigkeit befreit sind, erhält man durch Zusatz von Wasser eine Lösung von Farbstoff, wobei freilich immer wieder verblasste Blutzellen in die Flüssigkeit gerathen werden.

Bei Versuchen mit dem auf die eine oder andere Art extrahirten auflöslichen Blutroth überzeugt man sich, dass es unter ähnlichen Umständen wie das Eiweiss gerinnt, nämlich von Gerbstoff, Mineralsäuren, Metallsalzen und Erhitzung bis zu 70° C. Bei geringerer Temperatur behält das Blutroth seine Löslichkeit, beim Abdampfen bei einer Wärme bis zu 50° C. wird es zu einer schwärzlichen Masse, die sich zu dunkelrothem Pulver zerreiben und dann wieder in Wasser auflösen lässt. Das lösliche Blutroth ist wie das lösliche Eiweiss in Essigsäure löslich. Es gerinnt auch, wenn zur Auflösung in Essigsäure Alkali und zur Auflösung in Alkali Säure zugesetzt wird. Die Niederschläge von Erd- und Metalloxydsalzen sind theils braun, theils schwarz, theils roth.

Sehr eigenthümlich und vom Eiweiss abweichend ist das Verhalten des Blutroths zum Alkohol, welches Gmelin entdeckte. Wird Blut, von Alkohol coagulirt, mit Alkohol gekocht, so wird das Blutroth aufgelöst. Auf diese Weise lässt sich das Haematin von anklebendem Eiweiss ganz befreien. Die dunkelrothe Lösung des Blutroths in Alkohol liess nach dem Abdampfen einen braunen Rückstand, der wieder in Wasser löslich war. Nach Huenefeld ist das Blutroth auch in Aether löslich, wenn man dünne Scheiben rothen Blutkuchens in reinem Aether aufhängt.

Das Blutroth der Blutkörperchen besitzt die Eigenschaft, bei Berührung von atmosphärischer Luft oder von Sauerstoffgas letzteres anzuziehen und sich heller roth zu färben. Hierbei wird

Kohlensäure gebildet und ausgeschieden, was Berthollet, Christison und ich selbst beobachteten. Ein mit Blutkörperchen gemengtes Blutwasser wird durch Hindurchstreichen von Sauerstoffgas durch und durch hellroth, bei der Berührung der atmosphärischen Luft, wie das Blut selbst, an der Oberfläche hellroth. In längerer Berührung mit Sauerstoffgas schwärzt sich das Blutroth (vielleicht von der Bindung von Kohlensäure) und kann dann nicht wieder hergestellt werden. Kohlensäure macht das Blut und Blutroth tief dunkelroth. Sauerstoffgas stellt die hellrothe Farbe wieder her. Stickstoffoxydulgas wird in Menge von geschlagenem Blut aufgesogen und das Blut davon purpurroth, worauf atmosphärische Luft durch das Blut durchgetrieben, die natürliche Farbe wieder herstellt. Kohlenwasserstoffgas soll dem dunkeln Blute eine hellere rothe Farbe mittheilen. Mehrere Salze, wie Chlornatrium, salpetersaures Kali, schwefelsaures Natron geben dem dunkelrothen Blute eine hellrothe Farbe. Ebenso wirkt auch der Zucker.

Die Auflösung des Blutrothes in Wasser röthet sich schwächer an der Luft als das Blut selbst.

Das *coagulirte* oder in Wasser *unlösliche* Haematin ist von Lecanu, Sanson, Berzelius, Simon untersucht. Es wird in Alkalien aufgelöst, mit den Mineralsäuren bildet es Verbindungen, die in Wasser unlöslich, in Alkohol löslich sind und daraus durch Wasser gefällt werden.

In diesem wesentlich veränderten Zustande gewinnt man das Haematin nach Lecanu, indem man dünne Scheiben von rothem Blutkuchen in Wasser auslaugt, und die rothe Flüssigkeit mit Schwefelsäure niederschlägt, den Niederschlag mit Wasser und dann mit Alkohol von freier Säure befreit, auspresst und dann mit Alkohol auskocht. Die braune Abkochung lässt beim Erkalten etwas schwefelsaures Albumin und Globulin fallen. Die übrig bleibende Flüssigkeit enthält das schwefelsaure Haematin in Alkohol aufgelöst. Durch Sättigung der Schwefelsäure mit Ammoniak lässt sich das Haematin trennen.

Diese Methode der Darstellung des Haematins verändert zwar den Zustand desselben, hat aber den Vortheil, dass sie es rein zu elementaren Analysen liefert. Das reine Haematin enthält nach Lecanu und Mulder weder Schwefel noch Phosphor, noch Kalkerde, und von mineralischen Stoffen nur Eisen. Das Haematin von Menschenblut liess in Lecanu's Versuchen nach dem Verbrennen 10 Proc. Eisenoxyd, was 6,9 Eisen ausmacht.

Nach Mulder's Analysen ist die Zusammensetzung des Haematins:

Kohlenstoff	65,84
Wasserstoff	5,37
Stickstoff	10,40
Sauerstoff	11,75
Eisen	6,64.

Wurzer fand in der Asche des Blutroths auch Spuren von Manganoxyd (Schweigg. *J.* 58. *p.* 481).

Das getrocknete und pulverisirte Blut reagirt nach Menghini durch seinen Eisengehalt gegen den Magnet, allein keines der

gewöhnlichen für Eisenoxyd empfindlichsten Reagentien, wie Blutlaugensalz, Gerbestoff, Galläpfelsäure und die stärksten Mineralsäuren, bringen die geringste Reaction an unverbranntem Blutroth auf Eisen hervor, und es scheint daraus hervorzugehen, dass das Eisen nicht im Zustand eines Salzes im Blute enthalten ist. Die Angabe von Fourcroy, dass das Blutroth eine Auflösung von basisch phosphorsaurem Eisenoxyd in Eiweiss sey und dass der auch eisenhaltige, aber weisse Chylus das Eisen als neutrales phosphorsaures Eisenoxydul enthalte, ist durch Berzelius Versuche widerlegt. Denn das basisch phosphorsaure Eisenoxyd ist im Blutwasser und Eiweiss mit oder ohne Zusatz von Alkali unlöslich. Auch die Behauptung von Prevost und Dumas, dass das Blutroth Eiweiss sey, welches Eisenoxyd aufgelöst enthalte, schien nicht richtig, weil sonst Mineralsäuren und Königswasser das Eisen aus unverbranntem Blutroth ausziehen würden.

Engelhart (*de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura. Götting.* 1825.) hat schöne Entdeckungen über den Antheil des Eisens an dem Blutroth gemacht. Er zeigte zuerst, dass eine Auflösung von Blutroth im Wasser, die man mit Schwefelwasserstoff imprägnirt, nach einiger Zeit die Farbe verliert, zuerst violet, dann grün wird. Diese Reaction des Schwefelwasserstoffs ganz wie auf Eisen scheint zu beweisen, dass das Eisen im Blutroth zu seiner Farbe beitrage. Dann entdeckte Engelhart, dass sich der wässrigen Auflösung von Blutroth oder dem mit Wasser angerührten coagulirten Blutroth alles Eisen entziehen lasse, wenn man Chlorgas durch die Flüssigkeit leitet, oder diese mit Chlorwasser versetzt. Mulder hat diesen Versuch mit reinem Haematin angestellt. Die thierische Materie schlägt sich in weissen Flocken mit chloriger Säure verbunden nieder, während das Eisen als Eisenchlorid in der Auflösung bleibt, und durch Filtration abgeschieden werden kann; wogegen die thierische Materie bei der Verbrennung keine Asche mehr giebt. Nun hat aber Chlor keine Verwandtschaft zu Oxyden, wohl aber eine sehr grosse zu regulinischen Metallen, ferner wird Eisen nicht von Salzsäure und anderen Mineralsäuren aus dem Blute ausgezogen, da diese doch eine grosse Verwandtschaft zu Metalloxyden, aber keine zu regulinischen Metallen haben. Hiernach hielt es Berzelius für wahrscheinlicher, dass das Eisen im Blutroth im regulinischen Zustande und nicht als Oxyd enthalten sey.

Zu der Ansicht, dass das Eisen im Blut als Oxyd enthalten sey, hat Heinr. Rose (Poggend. *Ann.* 7. 81.) neue Stützen geliefert. Rose wiederholte Engelhart's Beobachtung. Wenn er die Flüssigkeit nach der Veränderung durch Chlor und nach der Präcipitation der thierischen Materie filtrirte, so konnte das Eisen aus der Flüssigkeit abgeschieden werden; wurde sie aber nicht filtrirt, sondern Ammoniak im Ueberschuss zugesetzt, so löste sich wieder Alles zusammen zu einer dunkelrothen Farbe auf, und es wurde kein Eisen abgeschieden. Rose vermischte dann eine Auflösung von Farbestoff mit einer gewissen Menge Eisenoxydsalz und setzte Ammoniak im Ueberschuss zu, worauf das Eisenoxyd in der Auflösung blieb und weder durch Schwefelwasserstoff noch

Galläpfeltinctur niedergeschlagen werden konnte. Rose fand ferner, dass ein grosser Theil nicht flüchtiger organischer Stoffe, als Zucker, Stärke, Gummi, Milchzucker, Leim u. a., die Eigenschaft haben, dass bei Vermischung ihrer wässrigen Auflösung mit einer kleinen Menge eines Eisenoxydsalzes, das Eisenoxyd bei Zusatz eines Alkalis nicht, oder nur zum Theil niedergeschlagen wird.

Dennoch glaubt Berzelius, dass die Art Verbindung, welche bei Rose das Eisenoxyd im Farbestoff oder Eiweiss aufgelöst enthält, nicht die sey, durch welche der Farbestoff eisenhaltig ist, weil sie sonst durch Einwirkung von Säuren ihren Eisengehalt verlieren müsste, und weil eine Verbindung von Farbestoff oder Blutwasser und Eisenoxyd oder Eisenoxydul durch Zusatz von einer Mineralsäure zersetzt wurde, indem Farbestoff oder Eiweiss gefällt wurden, und das Oxyd in der Säure aufgelöst blieb.

Berzelius glaubt daher, dass das Eisen im Blutroth im metallischen Zustande vorkomme, und mit Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff *organisch* verbunden sey, und dass es sich beim Einäschern des Blutroths oxydirt. Dieser Ansicht ist auch Mulder. Im Chylus dagegen muss das Eisen sich in einem ganz andern Zustande und zwar als Oxyd vorfinden, indem es nach Emmert (Reil's *Archiv* 8.) durch Salpetersäure ausgezogen wird, und dann mit Galläpfeltinctur einen schwarzen, mit blausaurem Kali einen blauen Niederschlag bildet.

Ob das Eisen durch seine Verbindung mit der thierischen Materie wesentlichen Antheil an der Farbe des Bluts habe, ist weniger ausgemacht. Gmelin bestreitet die Vorstellung von dem vorzugsweisen Antheil des Eisens an der Farbe des Blutroths, selbst angenommen, dass Eisen regulinisch mit Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff im Blutroth verbunden sey. Er sagt, die Entfärbung des Blutroths durch Chlor mit Entziehung von Eisen beweise nicht, dass diese Entziehung die Ursache der Entfärbung ist, denn es könnte auch das Chlor das Blutroth bloss durch Entziehung von Wasserstoff oder Uebertragung von Sauerstoff auf dessen Bestandtheile entfärben, und die dabei entstehende Salzsäure könnte dann das Eisenoxyd der alkalischen Flüssigkeit aufnehmen. Hierfür führt Gmeein an, dass, wenn man das mit Blutroth gemengte Blutwasser statt mit Chlor mit überschüssiger kalter Salz- oder Schwefelsäure versetzt und von dem zwar verdunkelten, aber keineswegs entfärbten Blutroth abfiltrirt, man in der Flüssigkeit durch schwefelblausaures Kali ebenfalls das Eisenoxyd entdecken kann, also sich Eisenoxyd ohne Zerstörung der Farbe entziehen lässt. Auch liefere der durch wiederholtes Auskochen mit Weingeist grösstentheils entfärbte Rückstand von geschlagenem Blute beim Einäschern noch eine merkliche Menge Eisenoxyd. Gmelin *Chemie* 4. 1169.

II. Globulin.

Das Blut enthält auch eine dem Käsestoff, *Casëin* verwandte Materie. Sie ist zuerst von Gmelin im Blute entdeckt und als Käsestoff genommen. Wurde nämlich geschlagenes Blut mit Wein-

geist ausgekocht, welcher das Haematin löst, und kochend filtrirt, so fiel beim Erkalten des rothen Filtrates Käsestoff in reichlichen Flocken nieder, durch anhängendes Blutroth geröthet. Gmelin's *Chemie* 4. 1073. Lecanu hat diesen Stoff aus den Blutkörperchen durch Schwefelsäure mit dem Haematin ausgezogen. Er hielt ihn für Albumin und dachte sich die Blutkörperchen aus Haematin und Albumin zusammengesetzt. Nach seiner Methode laugt man dünne von Serum durch Löschpapier gereinigte Scheiben von rothem Blutkuchen mit Wasser aus, fällt die rothe Lösung mit Schwefelsäure und wäscht den Niederschlag durch kalten Alkohol von freier Säure rein. Er besteht aus schwefelsaurem Globulin und schwefelsaurem Haematin. Oder man versetzt geschlagenes und von Fibrin befreites Blut mit verdünnter Schwefelsäure und wäscht das Coagulum durch kalten Alkohol ab. Versetzt man geschlagenes Blut mit 4 Theilen einer Salzlösung, z. B. von schwefelsaurem Natron, so kann man das Serum von den Blutkörperchen abfiltriren; es bleibt wenigstens ein grosser Theil derselben auf dem Filtrum zurück, und nun kann man diesen Satz mit Schwefelsäure versetzen.

Das schwefelsaure Haematin und Globulin werden getrennt, indem man die Masse mit Alkohol kocht: dieser löst im heissen Zustande beide Stoffe auf, lässt aber nach dem Erkalten das schwefelsaure Globulin fallen. Berzelius hat dieser Substanz den Namen *Globulin* gegeben. Simon betrachtet sie als Casein, womit sie grossentheils, aber nicht ganz übereinstimmt. Das reine Globulin ist in Wasser löslich; diese Auflösung coagulirt in der Siedhitze zu Körnchen. Dadurch unterscheidet es sich allerdings vom Casein. Aber es ist wie dieses in kaltem Alkohol unlöslich, in heissem löslich, und wird nach Simon wie dieses nicht bloss von Schwefelsäure, sondern auch von Essigsäure gefällt und von überschüssiger Säure wieder aufgelöst. Von Metallsalzen und Alaun wird es ebenfalls gefällt. Der Käsestoff zeichnet sich von allen Stoffen durch seine Fällung von Labmagen oder Pepsin aus. Das Globulin wird davon nach Simon nicht coagulirt, es sei denn, dass die Auflösung des Globulins vorher mit Milchzucker versetzt worden, wobei Milchsäure sich bildet.

Die bisher mit dem Blut in Beziehung auf das Globulin angestellten Versuche geben keine Antwort auf die Frage, in welcher Weise das Globulin in den Blutkörperchen enthalten ist, ob es gemischt mit Haematin den Inhalt der Blutzellen bildet, oder die Substanz ihrer Zellenwand ist. Letztere wird zwar nicht von reinem Wasser aufgelöst, könnte aber durch die Behandlung mit Säure oder heissem Alcohol in einen für Wasser auflöslichen Zustand übergegangen seyn. Diese Frage kann nur so entschieden werden, dass man die Blutkörperchen von geschlagenem Froschblut auf dem Filtrum mit salinischem Wasser vom Serum, dann mit reinem Wasser von dem Haematin befreit und den zurückbleibenden Satz von blassen Blutzellen auf Globulin untersucht.

Eine dem Globulin ähnliche Materie ist in der Crystalllinse des Auges nach Berzelius und Simon enthalten. Das Globulin gehört nach Mulder unter die Protein-Verbindungen.

III. Faserstoff, Fibrin.

Man hat den Faserstoff bisher nur im geronnenen Zustande untersucht. Nach der von mir angegebenen Methode lässt sich aber auch der noch frische aufgelöste Faserstoff des Froschblutes vor der Gerinnung untersuchen. Lässt man die durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht. Enthält das auffangende Uhrglas Kochsalzlösung, so gerinnt der Faserstoff des Froschblutes darin entweder gar nicht, oder nur zum sehr kleinen Theil, wie auch Kochsalzauflösung, dem frischen Froschblute zugesetzt, die Gerinnung desselben ausserordentlich lange aufhält. Vom Blute des Menschen weiss man schon lange, dass einige Salze, schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, in einiger Menge dem frischen Blute zugesetzt, sein Gerinnen verhindern. Man kann sich hiernach einen Begriff machen, wie die kühlenden Salze bei dem entzündungswidrigen Verfahren auf das Blut wirken; sie wandeln den Faserstoff um, der in der Entzündung eine so grosse Neigung hat, sich anzuhäufen, und in den Gefässen des entzündeten Organes und nach Ausschwitzungen desselben auf der Oberfläche der Häute zu gerinnen.

Die wässrige Lösung von kaustischem Kali oder Natron verhindert auch die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes vom Menschen zu einer zusammenhängenden Masse. Nach Prevost und Dumas gerinnt das gelassene Blut der höheren Thiere nicht mehr, wenn man es mit $\frac{1}{1000}$ kaust. Natron versetzt. Lässt man die vom frischen Froschblute durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas träufeln, worin sich Liquor kali caustici befindet, so gerinnt der Faserstoff nicht zu einem Klümpchen, sondern es entstehen allmählig ganz kleine Flocken, ebenso wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Schwefeläther angefüllt ist, träufeln lässt. Von Liquor ammonii caustici setzt der aufgelöste Faserstoff des Froschblutes keine Kügelchen und Flocken ab.

Den frisch geronnenen Faserstoff gewinnt man zur chemischen Untersuchung durch Schlagen des Blutes, worauf der am Stabe sich anhängende Faserstoff ausgewaschen wird, oder durch Auswaschen des rothen Coagulums. In diesem Zustande ist der Faserstoff specifisch schwerer als Wasser, als Blutwasser und als das mit Blutkörperchen versetzte Blutwasser von geschlagenem Blute; in allen diesen sinkt der Faserstoff unter, wenn er von anklebenden Luftbläschen befreit ist. Der geronnene und ausgewaschene Faserstoff ist weiss, er besitzt weder besondern Geruch noch Geschmack. Im geronnenen Zustande ist der Faserstoff sowohl in kaltem als im warmen Wasser unlöslich, aber bei lange fortgesetztem Kochen mit Wasser verändert sich nach Berzelius seine Zusammensetzung, die Flüssigkeit erhärtet, wird zerreiblich, und enthält nun eine aus den Bestandtheilen des Faserstoffes neugebildete Substanz aufgelöst. Diese Auflösung hat keine Aehnlichkeit mit einer Leimauflösung. Haematin, Globulin, Faserstoff, geronnenes Eiweiss, Käsestoff und Blutroth haben übrigens ge-

mein, dass aus ihnen durch Kochen im Wasser kein Leim ausgezogen werden kann. Der Faserstoff mit einigen anderen Stoffen (nicht Eiweiss) hat auch das Eigenthümliche, durch blosse Berührung das Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen und mit Entwickelung von Oxygen Wasser zu bilden, ohne dass sich der Faserstoff verändert. Zu Säuren und Alkalien verhält sich Faserstoff so, dass er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure spielen kann. Mit concentrirten Säuren quillt er auf und stellt einen sauren Körper dar, durch verdünnte Säuren schrumpft er zusammen zu einer neutralen Verbindung von Säure mit Faserstoff. Die saure Verbindung mit den Mineralsäuren ist im Wasser unauflöslich, die neutrale auflöslich, dagegen sind die saure und neutrale Verbindung des Faserstoffs mit Essigsäure beide im Wasser auflöslich. Cyaneisenkalium bringt in der essigsauren Auflösung von Faserstoff einen Niederschlag hervor. Diese Reaction ist aber auch dem Haematin, Casein und Eiweiss gemein, und fehlt dem Leim. Nach Caventou und Bourdois lösen sich Faserstoff, Eiweissstoff, Käse und Schleim in kalter concentrirter Salzsäure auf, und nehmen bei + 18° bis 20° nach 24 Stunden eine schöne blaue Farbe an, was bei dem Leim nicht der Fall ist. Nach Mulder ist das Fibrin aus Protein mit Schwefel und Phosphor zusammengesetzt, und diese Verbindung hält auch einen Antheil phosphorsaurer Kalkerde gebunden.

Kohlenstoff	54,90
Wasserstoff	6,95
Stickstoff	15,89
Sauerstoff	21,55
Phosphor	0,35
Schwefel	0,36

Der Faserstoff findet sich ausser dem Blute noch im Chylus und in der Lymphe im aufgelösten Zustande, im festen in den Muskeln, im Uterus.

IV. Eiweiss, Albumin.

Wird das Blutwasser bis 75° und darüber erhitzt, so gerinnt es zu einer festen Masse, die grösstentheils aus Eiweiss besteht. Diese Masse lässt einzelne Tropfen einer braunen Flüssigkeit, *Serositas*, ausschwitzen, welche sich nach Gmelin (*Chemie* 4. 1381.) mit Säuren trübt und beim Erkalten gallertartig gesteht; sie enthält nach demselben Chemiker ausser dem durch Alkali gelöst erhaltenen Eiweissstoff, auch Käsestoff, Speichelstoff, Osmazom und Salze des Natron's und Kali's.

Lässt man Serum ganz vollkommen durch Wärme coaguliren, und behandelt die eingetrocknete Masse mit kochendem Wasser, das hierdurch Aufgelöste aber wiederholt mit Alkohol, so nimmt der Alkohol auf Chlor-Natrium, Chlor-Kalium, milchsaures Natron, Osmazom, und das nicht vom kochenden Wasser und Alkohol Aufgelöste ist erst das reine Eiweiss. Das von kochendem Wasser aus dem coagulirten Eiweiss Lösliche, aber nicht in Weingeist Lösliche ist Speichelstoff.

Der Speichelstoff, *Salivin*, hat seinen Namen vom Speichel, hat aber eine grössere Verbreitung und erscheint in verschiedenen anderen Absonderungen; er findet sich auch in dem Wasser mehrerer Wassersuchten und in der durch Blasenpflaster erzeugten Blase. Er ist im kalten und warmen Wasser, nicht in Weingeist löslich, wird weder von den Metallsalzen noch starken Säuren gefällt, auch nicht oder wenig von Galläpfelinfusion getrübt.

Das *Osmazom*, *Fleischextract* von Thouvenel, ist in kaltem und heissem Wasser, in kaltem und heissem Weingeist auflöslich, zerfliesst an der feuchten Luft, schmilzt in der Wärme, und wird durch Galläpfelaufguss aus seinen Auflösungen niedergeschlagen. Das Osmazom kommt in grosser Menge im Muskelfleisch, in geringerer in den mehrsten organischen Theilen, nach Gmelin auch im Speichel, pankreatischen Safte und Magensafte vor. Berzelius hält das Osmazom nicht für eigenthümlich, sondern für eine Verbindung von einer thierischen Materie und milchsauren Salzen. Von diesen lässt es sich durch Gerbestoff, der niederschlägt, trennen.

Das Eiweiss, *Albumin*, bleibt nach der Ausziehung der übrigen Materien aus dem getrockneten Coagulum des Serums zurück. Dieser Stoff findet sich ausserdem in der Lymphe, im Chylus, in dem Weissen und Gelben des Eies, in letzterem mit Oel gemengt, in dem Absonderungsprodukte der serösen Häute, in den Flüssigkeiten des Zellgewebes, im Humor aqueus des Auges, im Glaskörper desselben, im Gehirne und den Nerven mit phosphorhaltigem Fette, in dem Inhalte der Graaf'schen Bläschen des Eierstockes der Säugethiere und des Menschen. Hier ist zunächst vom Eiweiss des Blutwassers die Rede. Es giebt davon zwei Zustände.

a. *Eiweiss im aufgelösten Zustande.* Es scheint im Blutwasser mit Natron verbunden, was man Albuminat von Natron nennt. Berzelius glaubt nicht, dass das Eiweiss im Blutwasser durch das Natron aufgelöst erhalten werde; denn, man kann das Natron durch Essigsäure sättigen, ohne dass ein Niederschlag erfolgt. Zu dieser Neutralisation sind nach Stromeyer auf $\frac{1}{2}$ Unze Blut 10 Tropfen destillirten Essigs nöthig. Wird Blutwasser oder Eiweissauflösung bei einer nicht bis + 60° C. gehenden Temperatur abgedampft, so trocknet es, wird durchscheinend, und ist nachher wieder in Wasser auflöslich. Bei 70 — 75° C. gerinnt das Eiweiss und ist dann in Wasser unlöslich. Eiweiss mit sehr viel Wasser vermischt, wird durch Hitze nicht mehr fest, sondern gerinnt in Kügelchen zu einer milchartigen Flüssigkeit, die indessen beim Abdampfen vollkommen geronnenes Eiweiss darstellt. Das aufgelöste Eiweiss gerinnt durch Weingeist, Mineralsäuren, von Metallsalzen (z. B. von Zinn, Blei, Wismuth, Silber und Quecksilber), von Chlor, von Galläpfelinfusion und von sehr concentrirter Auflösung vom fixen Alkali, wenn wenig Blutwasser mit viel Liquor kali caustici versetzt wird. Wird eine Auflösung von Eiweiss des Blutes der galvanischen Säule ausgesetzt, so gerinnt es am positiven Pol, nicht weil es ein elektronegativer Körper wäre, sondern weil sich dort die Säure des im Blutwasser

und Eiweiss enthaltenen Kochsalzes entwickelt. Bei stärkerer Intensität der Säule gerinnt es auch am negativen oder Kupferpol. Diese Erscheinung ist ebenso wieder aus dem vorher erwähnten Verhalten des Eiweisses zu Alkali zu erklären.

Die Niederschläge des Eiweisses von Mineralsäuren, Weingeist, Metallsalzen und Erdsalzen, Gerbestoff sind unauflöslich in Wasser. Dagegen sind die Niederschläge des Käsestoffs von Säuren und Weingeist in Wasser wieder löslich. Die Essigsäure schlägt das Eiweiss nicht nieder, während Käsestoff und der Leim der Knorpel davon niedergeschlagen werden. Die essigsaure Auflösung von Eiweiss wird wie von Faserstoff, Käsestoff durch Cyaneisenkalium gefällt. Gmelin hat beobachtet, dass das Eiweiss der Eier von weingeistfreiem Aether gerinnt, während dieser aus Blutwasser nichts niederschlägt.

Vermischt man aufgelöstes Eiweiss mit Säuren oder Alkalien, so wird der Theil, der sich mit dem Reagens verbindet, in denselben Zustand wie geronnenes Eiweiss versetzt, selbst wenn diess Reagens kein Eiweiss niederschlägt, wie Essigsäure, Ammonium und verdünnte Kalilösung; die essigsaure Eiweissauflösung wird von Kali, die alkalische Auflösung von Säure niedergeschlagen, ganz wie bei dem Farbestoffe.

Wird Blutwasser mit kleinen Mengen von Metallsalzen vermischt und dazu etwas mehr kaust. Kali gesetzt, als zur Zersetzung des Metallsalzes nöthig ist, so wird das Oxyd nicht niedergeschlagen, sondern bleibt mit dem Eiweiss in löslicher Verbindung. Berzelius, der diess anführt, bemerkt, dass durch diesen Umstand Metallsalze, oder Oxyde vom Darmkanal oder von der Haut absorbirt und vom Blutwasser aufgelöst geführt, und durch die Excretionen ausgeleert werden; wie man denn nach dem Gebrauche von Quecksilber das Oxydul in den Flüssigkeiten des Körpers aufgelöst findet. Autenrieth und Zeller, Reil's *Archiv* 8. Schubarth, Horn's *Archiv* 1823. *Nov.* 417. Cantu, *Mem. d. Tor.* 29. 1825. Buchner's *Toxicol.* 538. Unter den schon angeführten Metallsalzen zeichnet sich der Sublimat (Chlor-Quecksilber), als empfindlichstes Reagens für Eiweiss aus. Sublimat trübt noch eine Flüssigkeit, die nur $\frac{1}{2000}$ Eiweiss aufgelöst enthält. Durch seine grosse Neigung, mit diesem Salze Verbindung einzugehen, ist das Eiweiss das Gegengift desselben.

b. *Eiweiss im geronnenen Zustande.* So verhält sich das Eiweiss chemisch ganz wie Faserstoff, ausser dass das geronnene Eiweiss nicht das Wasserstoffsuperoxyd zersetzt. In der elementaren Zusammensetzung unterscheidet sich das Eiweiss vom Faserstoff nur, dass es in gleichen Theilen Protein, zwar ebenso viel Phosphor wie das Fibrin, aber doppelt so viel Schwefel enthält, wie aus Mulder's Analyse hervorgeht.

Kohlenstoff	54,70
Wasserstoff	6,92
Stickstoff	15,84
Sauerstoff	21,47
Phosphor	0,35
Schwefel	0,72

Ueber das Verhältniss des Eiweisses zu den übrigen Bestandtheilen des Blutwassers giebt BERZELIUS Analyse Auskunft. 100 Theile Blutwasser von Menschenblut enthalten Wasser 90,59, Eiweiss 8,00; Osmazom, milchsaures Natron 0,4 mit Chlornatrium 0,6 durch Alkohol ausgezogen; verändertes Eiweiss, kohlensaures und phosphorsaures Alkali 0,41 in Wasser löslich. LECANU hat bei der Analyse des Blutwassers auch schwefelsaures Alkali, kohlensaure und phosphorsaure Magnesia und phosphorsauren Kalk gefunden.

V. Fette Materie im Blute.

Das Blut enthält selten etwas weniges freies Fett, das man dann auf der Oberfläche schillern sieht, allein das meiste der fetten Materie ist an Faserstoff, Farbestoff und Eiweiss gebunden. Kocht man das mit Blutroth gemengte Blutwasser von geschlagenem Ochsenblute mit Weingeist, so enthalten die ersten Filtrate nach GMELIN Gallenfett, Talgfett, Oelfett, Talgsäure. GMELIN's *Chemie* 4. 1163. Vergl. BOUDET, *essai critique et experimental sur le sang. Paris* 1833. Nach CHEVREUL beträgt das phosphorhaltige Fett im Faserstoffe 4—4,5 Procent. LECANU fand im Blute eine krystallisirbare fette Materie und eine ölige Materie. Von der erstern fand er 1,20—2,10, von der letztern 1,00—1,30 in 1000 Blutwasser.

Befindet sich eine grössere Menge freien ungebundenen Fettes im Blut, so ist das Serum durch die Fettkügelchen milchig, was man öfters bei jungen Thieren, seltener beim erwachsenen Menschen sieht.

Alle Fettarten zeichnen sich in ihrer Zusammensetzung durch die geringe Menge des Sauerstoffes und die überwiegende Menge des Kohlenstoffes aus. Merkwürdig ist, dass die frei im Körper vorkommenden Fettarten, *Stearin* und *Elaïn*, welche im frei vorkommenden Fette immer mit einander verbunden sind, gar keinen Stickstoff enthalten.

	Stearin	Elain
Sauerstoff	9,454	9,548
Wasserstoff	11,770	11,422
Kohlenstoff	78,776	79,030

Andere Fettarten sind, wie das Fett im Blute, an andere Thierstoffe gebunden, zum Theil beim Erkalten krystallisirbar und stickstoffhaltig (im Blute und Gehirne auch phosphorhaltig), und lassen sich nicht verseifen. Diese Fettarten kommen ausser dem Blute im Gehirne und den Nerven, in der Leber und vielleicht noch in einigen anderen Theilen vor.

Die näheren Bestandtheile der meisten festen Theile des Körpers sind bereits im Blute enthalten, als Faserstoff, Eiweiss, Osmazom, Milchsäure, fettige Materie. Nur der in den Sehnenfasern, Knorpeln, Knochen, serösen Häuten, in der äussern Haut und im Zellgewebe überhaupt, besonders auch im Zellgewebe der Muskeln vorkommende *Leim, Gluten,* macht hiervon eine Ausnahme. Zwar haben PARMENTIER und DEYEUX, und SAISSY im

Blute auch Leim oder Gallerte zu finden geglaubt. Allein diess war offenbar ein Irrthum. Leim wird aus den genannten Theilen durch kochendes Wasser dargestellt, er ist in kaltem Weingeist und kaltem Wasser nicht auflöslich, was ihn vom Osmazom unterscheidet, er ist in heissem Wasser auflöslich, er gelatinirt beim Erkalten noch in der 150fachen Menge Wasser, so dass in der Gallerte der Leim mit Wasser gebunden ist, und löst sich durch kochendes Wasser wieder auf, was ihn von Faserstoff und Eiweiss unterscheidet. Er ist in Säuren und Alkalien allmählig löslich; von Gerbestoff, Weingeist, Chlorquecksilber, schwefelsaurem Platinoxyd, Platinchlorid und Chlor wird er niedergeschlagen. Er wird dagegen nicht von Salzsäure, Essigsäure, essigsaurem Blei, Alaun, schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Eisenoxyd niedergeschlagen. Die saure Auflösung des Leims wird von Cyaneisenkalium nicht gefällt. Einige Naturforscher halten den Leim für ein Zersetzungsprodukt der thierischen Theile durch Kochen. Man hat dafür angeführt, dass nach Berthollet Fleisch, welches beim Kochen keinen Leim mehr gab, durch Faulen in gesperrter Luft mit Kohlensäureentwickelung die Fähigkeit erlangt, wieder Leim zu liefern. Wienholt, Meck. *A.* 1. *p.* 206. Indessen scheint mir jene Ansicht nicht begründet. Denn nur die obengenannten Gewebe liefern durch Kochen Leim, keine anderen; es muss also in ihnen schon eine eigenthümliche Materie vorhanden seyn. Neuere Untersuchungen von mir, (Poggend. *Ann. XXXVIII.*) zeigen auch, dass diese Materie noch eigenthümliche Verschiedenheiten zeigt, je nach den Theilen, aus welchen sie gewonnen wird. Die Knorpel und die Cornea liefern beim Kochen eine Leimart, *Chondrin*, welche in allen Punkten mit dem gewöhnlichen Leim übereinkommt, aber sich darin wesentlich unterscheidet, dass sie von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Blei, schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt wird, welche den gewöhnlichen Leim nicht fällen. Vom Käsestoff unterscheidet sich diese Materie dadurch, dass ihr Niederschlag von Alaun durch überschüssigen Alaun aufgelöst, ihr Niederschlag von Essigsäure von überschüssiger Essigsäure nicht wieder aufgelöst wird, worin sich der Käsestoff umgekehrt verhält, dass sie beim Erkalten gelatinirt, dass ihre saure Auflösung von Kaliumeisencyanid nicht niedergeschlagen wird und dass sie nicht von Laab oder Pepsin gerinnt *).

III. Capitel. Organische Eigenschaften des Blutes.

a. Belebender Einfluss des Blutes.

Das arterielle Blut, welches seine hellrothe Farbe dem in den Lungen aufgenommenen und im Blute aufgelösten Sauerstoff-

*) Die früheren Auflagen dieses Werkes enthalten noch eine Analyse des Blutes durch die galvanische Säule in Beziehung auf das verschiedene Verhalten seiner Bestandtheile. Ich verweise darauf und auf die Abhandlung in Poggend. *Ann.* 1832. 8.

gase verdankt, wird auf dem Wege durch die feinsten Gefässe des Körpers wieder dunkelroth oder venös, in Folge der Wechselwirkung mit der organisirten Materie, die die Organe fähig zum Leben, das Blut aber unfähig macht, diesen zum Leben nothwendigen Reiz weiter auszuüben. Reicher an Kohlensäure fliesst es aus den Organen zurück. Nur dadurch, dass das Blut wieder in den Lungen hellroth wird, indem es Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und Kohlensäure ausscheidet, erlangt es wieder diese Fähigkeit. Da, wie wir später sehen werden, innerhalb einiger Minuten das Blut den ganzen Körper durchkreiset, so erlangen und verlieren also dieselben Theile des Blutes in einigen Minuten einmal diese belebende Fähigkeit.

Nur im hellrothen arteriellen Zustande ist das Blut fähig, das Leben zu unterhalten; die Unterdrückung der Bildung des arteriellen Blutes in den Lungen erstickt, d. h. macht scheintodt und todt, vorzüglich, wie Bichat gezeigt hat, durch Lähmung der Funktionen des Gehirns und Nervensystems. Doch ist diese Nothwendigkeit beim Neugebornen, noch mehr im Winterschlaf und Scheintod und bei den niederen Thieren geringer, scheint wenigstens in dieser Weise bei dem Fötus der Säugethiere ganz zu fehlen. Siehe den Art. *vom Athmen.* Am meisten sind aber die Kräfte des Nervensystems und des animalischen Lebens vom arteriellen Blut abhängig. Diess sieht man an den Erscheinungen der Blausucht, wo durch Fehler in den Kreislaufsorganen (Offenbleiben des beim Fötus vorhandenen Ductus arteriosus Botalli zwischen Arteria pulmonalis und Aorta, Offenbleiben des beim Fötus vorhandenen Foramen ovale in der Scheidewand der Vorhöfe) beide Blutarten immer zum Theil gemischt werden. Die Ernährung, die Absonderung leiden hier wenig oder gar nicht, wenn auch das Aussehen der Haut dunkler und bläulich ist; aber die Muskelkraft fehlt, die geringsten Anstrengungen bringen Erstickungszufälle, Ohnmachten und selbst Scheintod hervor, der Geschlechtstrieb bildet sich nicht aus, die Wärme ist geringer, es ist eine Neigung zu Blutflüssen und selbst zu tödtlichen Blutungen vorhanden. Siehe Nasse über den Einfluss des hellrothen Bluts auf die Entwickelung und die Verrichtungen des menschlichen Körpers aus Beobachtungen blausüchtiger Kranken, Reil's *Archiv. T.* 10. *p.* 213. Dass aber die vegetativen organischen Functionen weniger vom arteriellen Blut abhängen, sieht man auch daraus, dass Absonderungen zuweilen von Organen geschehen, die nicht allein arterielles, sondern noch mehr venöses Blut erhalten. So geschieht die Absonderung der Galle zum Theil vom venösen Blute der Pfortader, die Absonderung des Harns zum grössern Theil bei Amphibien und Fischen aus Venenblut der zuführenden Nierenvenen, welche diese beiden Thierklassen ausser den rückführenden Nierenvenen und den Nierenarterien besitzen.

Unterbindung aller Arterienstämme eines Gliedes hebt das Bewegungsvermögen auf, und erzeugt zuletzt örtlichen Tod. Grosse Blutverluste machen die höheren Thiere sogleich asphyktisch, die kaltblütigen überleben aber lange die Entleerung des

grössten Theiles des Blutes, und Frösche leben selbst nach Ausschneidung des Herzens noch viele Stunden lang, und sind aller Bewegung fähig. Aber selbst erschlaffte ausgeschnittene Theile. wie das schon bewegungslose Herz des Frosches in v. Humboldt's Versuchen, scheinen durch Eintauchen in Blut wieder einigermaassen belebt zu werden, und Blut erhält die Flimmerbewegungen der mikroskopischen Wimpern an abgeschnittenen Theilen gewisser Schleimhäute nach Purkinje's und Valentin's Beobachtungen am längsten.

Prevost und Dumas haben gezeigt, dass das Blut seine belebende Wirkung nicht so sehr durch das Blutserum als durch die darin schwebenden rothen Körperchen äussert. Spritzt man in die Gefässe eines bis zur Ohnmacht von Blut entleerten Thieres Wasser oder reines Serum von 30°, so wird das Thier nicht erweckt. Nimmt man dagegen Blut von derselben Art, so wird es durch jeden Stoss merklich wieder belebt und zuletzt hergestellt. Diese Versuche sind von Dieffenbach und Bischoff bestätigt. Dieffenbach, *die Transfusion des Blutes. Berlin.* 1828.

Diese Wiederbelebung erfolgt nach Prevost und Dumas, Dieffenbach und Bischoff auch dann, wenn man den Faserstoff des Blutes durch Schlagen entfernt, und das nicht mehr gerinnende Gemenge von Blutkörperchen und Serum einspritzt. Da die Blutkörperchen in geschlagenem Blute durchaus unverändert sind, so sollte man, in den wenigen Fällen, wo eine Infusion von Blut in die Adern eines lebenden Wesens gerechtfertigt und wegen Blutleere nöthig ist, lieber geschlagenes, von Faserstoff befreites Blut von der gehörigen Temperatur injiciren. Dieses ist und bleibt vollkommen flüssig. Man vermeidet hierdurch die Hauptbeschwerde der Transfusionen, dass nämlich das Blut während des Uebergangs aus dem einen in den andern Körpern allzuleicht gerinnt.

Blut von einer andern Art, dessen Körperchen dieselbe Gestalt, aber verschiedene Grösse haben, bewirkt eine unvollkommene Herstellung, und gewöhnlich stirbt das Thier in 6 Tagen. Der Puls wird dann beschleunigt, das Athmen bleibt normal, die Wärme sinkt sehr schnell. Die Excretionen sind schleimig und blutig. Die geistige Thätigkeit scheint nicht abgeändert. Bei Fröschen war der Erfolg der Transfusion des geschlagenen Blutes der drei höheren Thierklassen in Bischoff's Versuchen regelmässig der Tod nach einigen Stunden. Der Kreislauf zeigte sich immer schnell geschwächt. Regelmässige Folgen der Transfusion waren Exsudationen von Serum und selbst von Blutkörperchen, sowohl des eingespritzten Blutes als Blutkörperchen des Frosches. Bei der Transfusion kommt übrigens auch die Arteriosität und Venosität des Blutes in Betracht. Venöses Säugethierblut in eine Vene eines Vogels eingespritzt brachte in Bischoff's Versuchen heftige und der stärksten Vergiftung ähnliche Zufälle hervor, während arteriöses Säugethierblut vertragen wurde. Muell. *Arch.* 1835. 347. 1838. 351. *).

*) Eine unvorsichtige Injection von Luft in die Adern und das Blut eines

b. Thätigkeitsäusserungen im Blute selbst.

Unstreitig muss das Blut als eine in sich lebendige Flüssigkeit aufgefasst werden, aber es hat bis jetzt nicht gelingen wollen, im Blute einen Act seines Lebens als sichtbares Phänomen darzustellen. Wenn man bei hellem Tageslichte durchsichtige, vom Blut durchflossene Theile observirt, dagegen die Täuschungen einer flimmernden, aber sehr undeutlichen Beleuchtung von intensivem, durch durchsichtige thierische Theile refrangirtem Sonnenlichte vermeidet, so bemerkt man in den Blutgefässchen niemals die geringste Spur einer selbstständigen Bewegung der einzelnen Blutmolecule, weder eine Attraction und Repulsion der Blutkörperchen, noch der Theilchen der Blutflüssigkeit. Wenn man aber intensives Sonnenlicht durch durchsichtige thierische Theile durchströmen lässt, so hört alle Klarheit des Bildes wegen des Lichtspieles durch so viele wie kleine Linsen wirkende Körnchen des Blutes und die Unebenheiten der Substanz auf; man sieht nicht mehr das Vorbeiströmen der Körnchen, sondern einen allgemeinen Ausdruck flimmernder Bewegung, wobei man oft selbst nicht mehr die Richtung des Stromes unterscheidet. Dieselbe Täuschung hat statt, wenn man eine Flüssigkeit, worin Kügelchen enthalten sind, wie Milch, bei durchscheinendem Sonnenlicht über den Objectträger des Mikroskopes fliessen lässt, oder auch, wenn bei diesem Licht klares Wasser über ein matt geschliffenes Glas fliesst. Die körnige Substanz der thierischen Theile ist dem matt geschliffenen Glase zu vergleichen. Ueber die dem Blute mit Unrecht beigelegte Propulsivkraft, sich bei der Circulation zu bewegen, eine Kraft der Bewegung, die noch fortdauern soll, wenn die Kraft des Herzens nicht mehr wirkt, siehe den Artikel *vom Kreislauf. Capillargefässe.*

Einige haben die mehrere Secunden dauernde kleine Ortsveränderung der Blutkörperchen in einem Tropfen Blutes, der unter das Mikroskop gebracht wird, für automatische Bewegung angesehen. Man kann diese Erscheinung indess auch in Tropfen längst aus dem Körper entlassenen Blutes sehen. Wenn man z. B. sich von gerütteltem Froschblut ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum bereitet und das Gerinnsel entfernt, und dann nach 12—24 Stunden einen Tropfen davon unter das Mikroskop bringt, so sieht man dieselbe Vertheilung der Blutkörperchen wie im frischen Blute. Diese Bewegung kann daher nicht lebendig seyn. An Blut von warmblütigen Thieren haben solche Beobachtungen oh-

lebenden Thieres tödtet fast auf der Stelle durch Hinderniss des Blutlaufs in den kleinen Gefässen und im Herzen, indess sehr kleine Quantitäten nicht allein von atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas, sondern selbst von irrespirabelen Luftarten, wie Stickgas, Stickgasoxydul, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäuregas, Kohlenoxydgas in NYSTEN's Versuchen ohne tödtlichen Erfolg injicirt wurden. Nur Salpetergas, Schwefelwasserstoffgas, Ammoniakgas und Chlorgas waren absolut lethal. NYSTEN *recherches de physiol. et de chim. pathol. Paris.* 1811.

nehin keine Beweiskraft, wegen der Bewegung, die von der Verdunstung herrühren kann. Vielleicht hat die kleine Formveränderung, welche jeder Tropfen Flüssigkeit, den man auf einer Glasplatte ausbreitet, an den Rändern, zuweilen schnell, erleidet, vielleicht auch das Senken der Blutkörperchen an jenen Bewegungen grossen Antheil. Dass die Blutkörperchen endlich in der Nähe wimpernder Häute, der Geschlechtsorgane, Athemwerkzeuge u. a. wie alle feinen Körperchen in Bewegung gerathen, darf nicht auffallen.

Die lebendige Thätigkeit im Blute kann nun zwar nicht in einem Phänomen an seinen einzelnen Elementen den Sinnen dargelegt werden, aber sie wird durch unzweifelhafte Thatsachen allgemeiner eben so sicher bewiesen. Das Blut zeigt organische Eigenschaften, es wird von dem belebten und gereizten Theil angezogen, es besteht eine lebendige Wechselwirkung zwischen dem Blute und den organisirten Theilen, an der das Blut eben so gut Antheil hat als die Organe selbst. Durch Reiben der Haut und andere Reizung derselben wird sie in einen Zustand versetzt, dass das Blut den kleinsten Gefässen in viel grösserem Masse zuströmt und die Erscheinungen des *Turgor vitalis* hervorbringt. Der bei der Entzündung ausschwitzende Faserstoff des Blutes ist anfangs flüssig, und bildet, indem er erhärtet, Pseudomembranen; aber dieses Exsudat wird durch blosse Wechselwirkung mit dem exsudirenden Organe auch organisirt und von Blut und Gefässen durchdrungen. Das Blut hat daher selbst schon Lebenseigenschaften.

Von besonderem Gewicht für eine richtige Auffassung der Lebensverhältnisse des Blutes ist die Uebereinstimmung der Blutkörperchen mit den primitiven Elementen aller Gewebe. Sie sind mit einem Kern versehene Zellen wie diese, sie unterscheiden sich von ihnen nur, dass im Blute die organisirten Elemente in einer Flüssigkeit schweben, während sie in den festen belebten Theilen mehr oder weniger innig aneinander hängen. In dieser Beziehung ist jedoch keine scharfe Grenze gezogen, die wirksamen kleinsten belebten Theilchen im Ei der Thiere sind auch Zellen, und diese haben im Dotter noch keinen engern Zusammenhang, sie schweben auch hier in einer Flüssigkeit. Dass nun die Zellen selbst belebt sind, wird theils an ihrem selbstständigen Wachsthum erkannt, indem aus ihnen durch Vegetation andere Gewebe entstehen, theils daran, dass sie selbst ausser sich oder in ihrem Innern ihres Gleichen bilden. Manche Zellen, wie die Knorpelzellen, erzeugen als Mutterzellen in ihrem Innern junge Zellen aus neu sich bildenden Kernen; andere Zellen, wie die Hornzellen, entstehen nur nebeneinander aus einer keimkräftigen Materie, dem *Cytoblastema*, in dem sich auch wieder erst Kerne, und aus diesen Zellen bilden, so dass überall ein Kern der Zellenbilder oder *Cytoblast* ist. Die Grundlage für alle neue Bildungen ist aber das flüssige Bildungsmaterial, das Cytoblastem, mag es im Innern der Zellen oder auch ausser ihnen enthalten seyn.

Dieses für die Pflanzen von Schleiden, für die Thiere von Schwann entdeckte Bildungsgesetz weist auch den Blutkörperchen

ihre bestimmte Stelle im gesammten organischen Leben an und lehrt, dass wir ihnen dieselben allgemeinen Lebenseigenschaften wie allen übrigen Zellen zuschreiben müssen, diese sind aber lebendige Wechselwirkung der Zellen unter sich und mit Zellen anderer Art, mit Gewebetheilchen der Organe, Umwandlung der umgebenden Flüssigkeit (*metabolische* Wirkung) und Ausübung eigenthümlicher an ihre Structur und chemische Zusammensetzung gebundener Lebensthätigkeiten. Hiernach ist also die Blutflüssigkeit, *Liquor sanguinis*, das eigentliche Cytoblastem des Blutes, aber sie ist auch Cytoblastem für alle Organe, die ihren Nahrungsstoff aus dem Blute ziehen. Denn so gewiss die Blutkörperchen den primitiven Zellen anderer Theile im Allgemeinen ähnlich gebildet sind, so entstehen doch nie aus den Blutkörperchen selbst Gewebetheile. Die Natur scheint die Blutzellen vielmehr bestimmt zu haben, während der Circulation des Blutes einen allgemeinen lebendigen Verkehr aller Zellen, und aller aus Zellen entstandenen Gewebetheilchen zu unterhalten, und durch diese Wechselwirkung allen Organtheilen die Erregung mitzutheilen, welche die Blutzellen selbst auf dem Wege der Circulation durch das Athmen erlangt haben.

c. Entstehung des Blutes.

Die Materialien zur Bildung des Blutes sind bei dem Erwachsenen die Contenta der Lymphgefässe, die klare Lymphe und der weissliche Chylus, wovon die erstere Nahrungsstoffe aus dem Innern der organisirten Theile, der letztere die im Darmkanal durch die Lymphgefässe ausgezogenen Nahrungsstoffe in den *Ductus thoracicus* und so fort ins Blut führen. Die Lymphe und der Chylus enthalten aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten Faserstoff.

Durch diese in der Lymphe aufgelösten Stoffe gleicht die Lymphe ganz der klaren Blutflüssigkeit, *Liquor sanguinis*, aus welcher das Blut besteht, wenn man von den rothen Körperchen absieht. Mit vollem Rechte kann man daher den farblosen *Liquor sanguinis* gleichsam die Lymphe des Blutes nennen, und man kann behaupten, dass Lymphe Blut ohne rothe Körperchen, das Blut Lymphe mit rothen Körperchen ist. Das Eiweiss des Blutes hat seine Entstehung in der Verdauung, von da es in die lymphatischen Gefässe übergeht. Die verdauten Nahrungsstoffe enthalten im Darmkanal aufgelöstes Eiweiss, keinen gerinnbaren Faserstoff; dieser bildet sich erst in den Lymphgefässen und gelangt so ins Blut. Lymphe und Chylus enthalten weniger feste Theile als das Blut und namentlich weniger Faserstoff. 100 Theile Chylus enthalten nach Tiedemann und Gmelin 0,17—1,75 trocknen Faserstoff. In dem Chylus ist freies Fett vorhanden, das im Blute inniger gebunden zu werden scheint, auch ist das Eisen im Chylus weniger gebunden als im Blute, und lässt sich nach Emmert nach Behandlung des Chylus mit Salpetersäure durch Galläpfeltinctur darstellen.

Die Lymphe und der Chylus enthalten auch Körnchen. Die äusserst sparsamen Körnchen der gerinnbaren Froschlymphe, die man aus den subcutanen Lymphräumen des Oberschenkels zuweilen gewinnt, sind ohngefähr 3—4mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen des Frosches und so gross als die elliptischen Kerne der Blutkörperchen desselben. Sie sind indess nicht elliptisch und noch weniger ganz länglich wie die Kerne der Blutkörperchen der Wassersalamander, sondern ganz rund. Aehnlich fand ich die Verhältnisse der Grösse zu den Blutkörperchen bei der Schildkröte.

Im Chylus der Säugethiere giebt es zweierlei Kügelchen. Die Fettkügelchen, welche dem Chylus nach Tiedemann und Gmelin die weisse Farbe ertheilen, lösen sich durch Behandlung des Chylus mit Aether auf. Andere sind von Fett verschieden, den Lymphkörnchen analog, von diesen hängt es ab, dass nach dem Auflösen der Fetttheilchen durch Aether immer noch ein trübes Wesen zurückbleibt. J. Mueller in Poggend. *Ann.* 1832. 8. C. H. Schultz, *System der Circulation. Stuttg.* 1836. Bischoff in Muell. *Archiv.* 1838. 497. Die eigenthümlichen Chyluskörperchen sind bei den Säugethieren meist kleiner als die Blutkörperchen, so sah ich sie bei Kalb, Ziege, Hund. Seltener sind sie den Blutkörperchen an Grösse gleich, wie ich sie bei der Katze sah, oder gar noch grösser, wie einzelne beim Kaninchen. Vergl. R. Wagner in Hecker's *Annalen* 1834. Schultz a. a. O. H. Nasse in *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie II.* 1.

Wahrscheinlich bilden sich aus den Lymph- und Chylusköruchen die Blutkörperchen in der Weise wie die Zellen aus ihren Kernen. Dafür sprechen die Beobachtungen von Schultz, Gurlt, welche im Chylus des *Ductus thoracicus* der Säugethiere ausser den körnigen Lymphkügelchen auch wahre farbige Blutkörperchen mit Kernen sahen. In der That ist der Chylus im *Ductus thoracicus* mancher Thiere, z. B. der Pferde, schon auffallend röthlich. Diese Umwandlung der Chyluskörnchen in Körperchen mit einem Kern ist durch Beobachtung der Uebergänge neuerdings in zahlreichen Beobachtungen von H. Nasse festgestellt *).

Die Bildung des Blutroths in den Blutkörperchen hängt offenbar von der metabolischen Kraft ihrer Zellen ab. Hewson dachte sich die Bildung der rothen Schale in der Milz, nämlich in den Lymphgefässen der Milz, deren Lymphe zuweilen schwach röthlich ist. Indess wird die Blutbereitung nicht durch Exstirpation der Milz beeinträchtigt, und auch auf eine Compensation durch die Lymphdrüsen ist nicht zu rechnen, da diese Organe,

*) Reine Lymphe und reinen Chylus zu mikroskopischer Untersuchung gewinnt man nur aus den Lymphgefässen und Lymphräumen der Thiere, z. B. aus den subcutanen Lymphräumen der Frösche, denjenigen der Augenhöhle bei den Fischen, den grösseren Lymphgefässen der Schildkröten, den Chylus aus dem *Ductus thoracicus*. Die Methode, die Flüssigkeit der Lymphdrüsen auszudrücken, kann leicht zu Verwechselungen veranlassen, indem das Gewebe dieser Drüsen selbst aus Zellen mit Kernen besteht.

die den kaltblütigen Thieren fehlen, selbst nur Verwickelungen oder Wundernetze von ein- und austretenden Lymphgefässen sind. Was sich hier bilden kann, mag eben so gut im ganzen Lymphsystem geschehen.

Dass die Blutbildung überhaupt nicht von besonderen Organen abhängig, lehrt die Entwickelung des Embryos im Vogelei. In der Keimhaut erzeugt sich das Blut zuerst, wie man genau beobachten kann, ehe die Gefässe, ehe die Drüsen gebildet sind. Bald bildet sich um die in der Mitte der Keimhaut sich zeigende Spur des Embryo ein durchsichtiger Hof, *Area pellucida*, während der äussere Theil der Keimhaut undurchsichtig bleibt, und dieser undurchsichtige Theil der Keimhaut wird bald wieder durch eine Abgrenzung in ein äusseres und inneres ringförmiges Feld abgetheilt, beim Vogel in der 16.—20. Stunde. Diese Abgrenzung schliesst zunächst den einen Theil des undurchsichtigen Stückes der Keimhaut ein, welches den innersten oder durchsichtigen Hof der Keimhaut umgiebt, und *Area vasculosa* genannt wird, weil sich innerhalb dieses Hofes das Blut und die Gefässe bilden. So weit die *Area vasculosa* reicht, zeigt sich in der mittlern Schichte der Keimhaut eine körnige Lage, welche sich bald in körnige dichte Inseln und mit Körnern gefüllte Rinnen, die spätern Gefässcanäle zertheilt. Das körnige Ansehen der Keimhaut entsteht durch die sie zusammensetzenden Zellen. Die ersten Blutzellen unterscheiden sich nach Reichert gar nicht von den übrigen Zellen, sie sind rund mit deutlichem Kern von fein granulirtem Ansehen und mit Kernkörperchen; in ihrer Zellenhöhle unterscheidet man zu dieser Zeit feine Körnchen. Nach Schultz ist der Kern der Blutkörperchen das Primitive, um welchen sich eine Blase bildet.

Ueber die Verschiedenheit der Form der Blutkörperchen beim Embryo und Erwachsenen liegen zahlreiche ältere und neuere Beobachtungen von Hewson, Doellinger, Schmidt, Prevost und Dumas, Baumgaertner, E. H. Weber vor. Prevost und Dumas sahen sie beim Vogelembryo bis zum 6. Tage rund, erst dann fangen sie an platt und elliptisch zu werden, am 9. Tage sind sie alle elliptisch.

Die Abscheidungen gewisser Stoffe aus dem Blute, welche aus der organischen Oekonomie entfernt werden, haben einen grossen Antheil an der Erhaltung der reinen Mischung des Bluts. Hieher gehört die Ausscheidung überflüssiger oder unbrauchbarer eingeführter Theile, des Wassers (durch Lungen- und Hautausdünstung und Harn) oder der durch die Nahrungsstoffe eingeführten mineralischen Stoffe (meist durch den Harn) und der Stoffe, die einen Ueberfluss von Kohlenstoff, oder Stickstoff, oder Sauerstoff, oder Wasserstoff enthalten, durch die Lunge (Kohlensäure), oder durch die Leber (kohlenstoff- und wasserstoffreiche Verbindungen), oder durch den Harn (stickstoffreiche Verbindungen). Auch die Mischung des Bluts kann durch im Organismus neu entstandene Zersetzungsproducte, die das Blut in sich aufnimmt, gestört und die Ausscheidung nothwendig werden, wie es mit gewissen Bestandtheilen des Harns zu seyn scheint. Hiernach

begreift man, wie die einmal vorhandene Mischung sich erhält. Eine andere Frage ist, ob die Ausscheidung gewisser Stoffe aus den ins Blut geführten Nahrungsstoffen zur ursprünglichen Erzeugung der Blutmischung wesentlich beitrage.

Die *Harnsäure* des Harns, ein stickstoffreiches Produkt, gehört wohl unzweifelhaft zum Theil wenigstens hierher, da ihre Quantität im Harn schon allein durch stickstoffreiche oder Fleischnahrung vermehrt wird, und da sie im Harn der pflanzenfressenden Säugethiere von *Harnbenzoesäure* ersetzt wird.

Der *Harnstoff* wird nach der Entdeckung von Prevost und Dumas nicht erst durch das Organ seiner Abscheidung, die Nieren, gebildet, sondern findet sich schon in dem Blute vor, wenn die Nieren exstirpirt worden sind, so dass diese Materie im gesunden Blute eben darum nicht gefunden wird, weil sie beständig daraus abgeschieden wird. Das Blut der operirten Thiere war wässeriger, und enthielt Harnstoff, der durch Alkohol ausgezogen wurde. 5 Unzen Blut eines Hundes, der 2 Tage ohne Nieren lebte, gaben über 20 Gran Harnstoff, 2 Unzen Katzenblut 10 Gran. *Biblioth. univers.* 18. 208. Meck. *Arch.* 8. 325. Vauquelin und Segalas haben diese Entdeckung bestätigt. Magend. *Journ. d. Physiol.* 2. 354. Meck. *Archiv.* 8. 229. Das Blut wurde getrocknet, der Rückstand ausgewaschen, das Wasser abgedunstet, der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, und diese neue Auflösung wieder abgedunstet. Hierbei ist jedoch die Vorsicht nöthig, das Wasser in der Kälte und neben Schwefelsäure im leeren Raume verdunsten zu lassen. So erhielten sie aus dem Blut eines Hundes, dem 60 Stunden nach der Operation die Adern geöffnet wurden, $\frac{1}{400}$ Harnstoff. Der Harnstoff und die Harnsäure sind die stickstoffreichsten organischen Stoffe, die man kennt. Der Harnstoff enthält in 100 Thl. 46,65 Stickstoff, 19,97 Kohlenstoff, 6,65 Wasserstoff, 26,63 Sauerstoff. Von der Harnsäure weiss man noch nicht, ob sie schon im Blute vorhanden ist und als Zersetzungsprodukt nur ausgeschieden wird, oder erst in den Nieren entsteht, obgleich bei den Gichtanfällen harnsaures Natron aus dem Blute in verschiedene Theile, z. B. in die Nähe der Gelenke, in Gichtknoten, abgelagert wird.

Da der Harnstoff im Blute selbst schon vorhanden ist, so kann man in Hinsicht seines Verhältnisses zum Blute annehmen: 1. dass er bei der Umwandlung der Nahrungsstoffe in die wesentlichen Bestandtheile des Blutes schon als eine unbrauchbare Combination entstehe, oder 2. dass er erst ein Zersetzungsprodukt der organisirten Theile sey. Das Erstere könnte man daraus schliessen, dass Tiedemann und Gmelin in einem ihrer Versuche mit dem Chylus das dem Osmazom des Chylus beigemischte Kochsalz statt in Würfeln in Octaëdern anschiessen sahen, während das Kochsalz in anderen dieser Fälle würflig war, der Harnstoff aber sonst die Krystallisationsform des Kochsalzes in Octaëder umwandelt. Tiedemann und Gmelin *Versuche über die Verdauung.* 2. 91. Allein andere Gründe machen diess unwahrscheinlich. Denn einiger Harn wird auch bei Monate lang hungernden Amphibien gebildet, und Lassaigne hat im Harn eines Verrückten,

der 18 Tage hungerte, die Bestandtheile des gesunden Harns gefunden. *J. de chim. méd.* 1. 272. Ferner ist der Harn der pflanzenfressenden Thiere, deren Nahrung doch sehr wenig Stickstoff enthält, nicht arm an stickstoffreichen Bestandtheilen des Harns, wie Harnstoff. Es ist zwar gewiss, dass der Harn beständig Unbrauchbares aus den Nahrungsstoffen ausscheidet, sich nach der Nahrung verändert, z. B. mehr Harnsäure enthält bei Fleischnahrung. Bei mit stickstofffreien Stoffen genährten Vögeln enthalten die Excremente wenig weisse Materie, Harnsäure, viel weniger als bei Fütterung mit Eiweiss. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung*. 2. 233. Bei pflanzen- und fleischfressenden Thieren ist der Harn consequent verschieden (indem der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere statt Harnsäure, Harnbenzoesäure enthält und statt sauer alkalisch ist, und der Harn der Vögel saures harnsaures Ammoniak, der Harn der pflanzenfressenden Vögel aber keinen Harnstoff enthält); aber es ist doch unzweifelhaft, dass gewisse Bestandtheile des Harnes auch von Zersetzung des Blutes oder der organisirten Theile entstehen.

Da es also gewiss scheint, dass die Produkte des Harnes nicht allein zur Erzeugung der Mischung des Blutes aus dem Blute ausgeschieden werden, so kann man sich vorstellen, dass Harnstoff entweder durch das Unbrauchbarwerden der Bildungstheilchen des Blutes, oder der Organe entsteht, oder dass bei der zum Leben nothwendigen Wechselwirkung des arteriellen Blutes mit den Organen, entweder gewisse Bestandtheile des Blutes, oder der Organe zu unbrauchbaren Combinationen, d. h. zersetzt werden.

Uebrigens fängt die Bildung von Zersetzungsprodukten schon ausserordentlich früh bei dem Embryo an. Zwar bilden sich die Nieren in dem bebrüteten Vogelei erst gegen den sechsten Tag, und bei dem Embryo der Fische und Salamander nach meinen Untersuchungen erst nach dem Embryonenzustand im Larvenzustand; allein ausserordentlich früh sind andere Ausscheidungsorgane an der Stelle der Nieren, die von Rathké und mir genau beschriebenen Wolff'schen Körper, bestehend aus hohlen, zu einem Ausführungsgange verbundenen Blinddärmchen, Organe, die sich beim Vogelembryo schon am dritten Tage bilden, nach meinen Beobachtungen vom Vogelembryo später ein wirkliches gelbes, dem Vogelharn ähnliches Sekret aussondern, während die Allantois der Vögel zugleich nach den ersten Tagen der Bebrütung schon Harnsäure enthält, wie Jacobson (Meckel's *Archiv* 8. 332.) entdeckt hat.

Durch die Haut verliert das Blut an Zersetzungsprodukten Milchsäure und milchsaures Ammonium, salzsaures Ammonium, Kohlensäure. Die Milchsäure, die auch im Harne ausgeschieden wird, ist nach Berzelius ein allgemeines Produkt der freiwilligen Zerstörung thierischer Stoffe innerhalb des lebenden Körpers; sie bildet sich in grosser Menge in den Muskeln, wird vom Blute und dessen Alkali gesättigt, und in den Nieren mit saurem Harne abgeschieden.

Die wesentlichen Bestandtheile der Galle sind im Blute nicht

enthalten, und auch nach der Exstirpation der Leber finden sie sich im Blute nicht vor. Diese Operation ist bei Fröschen ausführbar, und ich habe sie wiederholt angestellt. Indem man alle zur Leber hingehenden und abgehenden Gefässe mit der Wurzel der Leber durch eine gemeinsame Ligatur unterbindet, setzt man den Organismus ausser aller Verbindung mit diesem Organ, welches man nun ausschneiden kann. Die Frösche überleben diese Operation höchstens vier volle Tage. Es kommt darauf an, noch vor dem Tode das Blut zu sammeln. Das Serum desselben war vom andern Serum nicht merklich verschieden, und zeigte bei Zusatz von Salpetersäure nicht die characteristischen Farbenveränderungen von Gallenfärbstoff.

Die Galle spielt eine wichtige, nicht näher gekannte Rolle in der Umwandlung der Nahrungsstoffe im Darme. Ihre Ergiessung in denjenigen Theil des Darmes, wo die Bildung des Chymus vollendet wird, bei Wirbelthieren, Krebsen und Mollusken beweist, dass sie nicht bloss excrementiell ist. Gleichwohl finden sich ihre Bestandtheile in den Excrementen wieder, wie das Gallenharz, das Gallenfett und der Färbestoff der Galle, wovon sich wiederum keine Spuren in dem Chylus vorfinden. Das Blut wird daher durch die Leber von einem Ueberschuss von kohlenstoffwasserstoffigen Bestandtheilen und von Fett befreit, während in den Nieren ein Ueberschuss von überstickstoffreichen Bestandtheilen ausgeschieden wird, Die Lungen und die Leber können insofern verglichen werden, als beide kohlenstoffhaltige Produkte ausscheiden, erstere jedoch im comburirten Zustande, Kohlensäure, letztere im combustibeln Zustande. Schon ältere Naturforscher, in der neuern Zeit Autenrieth, und besonders Tiedemann und Gmelin haben auf ein gewisses Wechselverhältniss zwischen Lungen und Leber aufmerksam gemacht. Obgleich es sich nicht durchführen lässt, dass die Grösse der Leber im umgekehrten Verhältnisse mit dem Athmungsorgane in der Thierwelt wachse, so sprechen doch pathologische Beobachtungen für eine solche Beziehung.

Die excernirende Thätigkeit der Leber zeigt sich auch unter Umständen, wo nicht verdaut wird. In der That sammelt sich die excrementielle Galle des Fötus mit Darmschleim vermischt im untern Theile des Darmes als sogenanntes Mekonium an. So dauert nach Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen die Absonderung der Galle in dem Darme bei winterschlafenden Thieren fort. Man hat auch geltend gemacht, dass nach Cuvier's Beobachtung in mehreren Mollusken nur der kleinste Theil der Galle in den obern Theil des Darmes ergossen, und die übrige Galle durch einen besondern Ausführungscanal entweder in den Blinddarm, wie bei *Aplysia*, oder gar in die Nähe des Afters, wie bei *Doris* und *Tethys*, ausgeleert werde. Cuvier sah die Sache jedoch in neuerer Zeit ganz anders an, und so wie sie wirklich ist. *Règne animal. T.* 3. *nouv. éd. p.* 51. von Doris: *une glande entrelacée avec le foie, verse une liqueur particulière par un trou percé près de l'anus.* Bei Tethys sind beiderlei Drüsen leicht an

der Farbe zu unterscheiden; die rothe excernirende Drüse hüllt die braune Leber von allen Seiten ein.

Die Häufigkeit der Leberkrankheiten in den heissen Climaten und Jahreszeiten, so wie auch die der Darmcanalaffectionen unter denselben Bedingungen, die Häufigkeit der Leber- und Unterleibsaffectionen bei feuchter und Sumpf-Luft sind noch ein Räthsel. Man glaubt, dass die vermehrte Gallenabsonderung in tropischen Climaten die verminderte Purification des Blutes in den Lungen compensire, welche Mehrere von der Verdünnung der Luft in Folge der Hitze ableiten. Stevens (*observ. on the healthy and diseased properties of the blood, London* 1832. *p.* 59.) hält diese Annahme für unrichtig. Denn in Westindien, wo die kleinsten Inseln die trockensten und heissesten seyen, wo aber stagnirende Wasser fehlen, seyen die Einwohner frei von Leberkrankheiten oder vermehrter Gallenabsonderung, und diese seyen in heissen Climaten nur bei Sumpfluft herrschend.

II. Abschnitt. Von dem Kreislaufe des Blutes und von dem Blutgefässsystem.

I. Capitel. Von den Formen des Gefässsystems in der Thierwelt.

Die organisch-chemischen Veränderungen des Blutes in einzelnen Theilen, und die Nothwendigkeit dieser Veränderungen des Blutes für alle Theile, machen den Kreislauf des Blutes unentbehrlich. Die Haupttriebfeder dazu ist die rhythmische Bewegung des Herzens. Das Herz ist derjenige Theil des Gefässsystems, welcher durch Muskelsubstanz, die den Blutgefässen sonst fehlt, contractil ist. In der einfachsten Form ist das Herz daher selbst noch gefässartig, wie die gefässartigen mehrfachen Herzen der Anneliden, welche zugleich die Hauptgefässstämme sind, die contractilen Gefässstämme auf dem Darm der Holothurien, das in eine Reihe von communicirenden Kammern getheilte Rückengefäss der Insekten. Wie richtig diese Ansicht ist, sieht man sehr deutlich bei einzelnen Abtheilungen der Krebse, z. B. den Squillen, deren Herz ein contractiles Rückengefäss ist, während dasselbe Herz bei den Dekapoden eine kurze und umschriebene Kammer darstellt.

Bei dem Embryo der höheren Thiere ist das Herz anfangs schlauchartig, und nichts Anderes als eine contractile Umbiegung der Venenstämme in den Arterienstamm. Ja selbst beim Erwachsenen rechtfertigt sich diese Ansicht noch. Das Herz besteht hier

bei den höheren Thieren aus einem kurzen doppelten musculösen Schlauche, aber die contractile Substanz verbreitet sich noch eine Strecke auf die einmündenden Venenstämme, und bei den Fischen und Amphibien sogar noch auf einen Theil des *Truncus arteriosus*, den sogenannten *Bulbus aortae*. Dass sich die Stämme der Hohlvenen regelmässig wie das Herz selbst zusammenziehen, kann man beim Frosche unzweifelhaft sehen. Haller, Spallanzani und Wedemeyer haben diess schon gesehen. Haller, *elementa physiol. T.* 1. 125. Die Zusammenziehung erstreckt sich an der untern Hohlvene bis an die Leber, und dauert noch an den Venenstämmen rhythmisch fort nach Entfernung des Herzens. Zuerst ziehen sich die Hohlvenen, dann die Vorhöfe, dann die Kammer, dann der *Bulbus aortae* zusammen. Dieselbe Erscheinung von Contraction der Venenstämme habe ich bei Säugethieren beobachtet, wo die Zusammenziehung der Hohlvenen und der Lungenvenen aber gleichzeitig mit der Zusammenziehung der Vorhöfe ist. Man kann während der Zusammenziehungen deutlich sehen, wie weit sich die contractile Substanz der Hohlvene erstreckt. Ueber diese Grenze hinaus zeigt der übrige Theil der Hohlvene keine Spur von Zusammenziehung, und ist vielmehr vom Blute strotzend und erweitert, zur Zeit, wo die an den rechten Vorhof stossenden Theile der Hohlvenen zusammengezogen sind.

Diese Beobachtungen zeigen, dass das Herz in seiner einfachsten Form nur der mit Muskelsubstanz belegte, activ bewegende Theil des Gefässsystems ist, dass es immer noch Herz bleibt, wenn es auch bei den niederen Thieren nur einen contractilen Gefässstamm darstellt. Der übrige Theil des Gefässsystems besteht grösstentheils aus Röhrenleitungen, die in Hinsicht der Bewegung passiv sind.

Die Circulation des Blutes (im Jahre 1619 von Harvey bei den höheren Thieren entdeckt) bewährt sich mit dem Fortschritte der Beobachtungen immer mehr auch bei den einfachen Thieren, obgleich man sie noch nicht für einen allgemeinen Character aller Thiere erklären kann. Aber je weiter die Beobachtungen fortschreiten, je mehr entdeckt man Spuren von Gefässen bei den einfachsten Thieren. Erdl (Muell. *Arch.* 1841. 278.) hat bei Infusorien, *Bursaria vernalis*, eine Art Kreislauf in einem, in sich geschlossenen Gefässcirkel entdeckt.

Im Folgenden habe ich das Hauptsächlichste unserer mehr sicheren Kenntnisse über die Formen des Gefässsystems zusammengestellt. Bei mehreren niederen Thieren giebt es kleine cirkelförmige Kreisläufe von Körnchen, ähnlich wie bei den Charen. Diese Cirkelbewegungen scheinen von einem Herzen unabhängig zu seyn und durch Wimperbewegung bedingt zu werden. Hierher gehören die von Nordmann in der Hülse der *Alcyonella diaphana*, die von Carus unter den Ambulacra der Seeigel beobachteten kleinen abgeschlossenen Kreisläufe; die von Ehrenberg beobachteten Cirkelbewegungen von Körnchen bei den Medusen und in den einziehbaren Fasern auf dem Rücken der Asterien. Muell. *Arch.* 1834. 571. Die auf- und absteigenden Bewegungen in dem Stamme der Sertularinen, die Meyen (*Nov. act. nat. cur.*

Vol. 16. *Suppl.*) und Lister (*Philos. Transact.* 1834.) beobachteten, sind ein Phänomen anderer Art. Nach Lister hängen diese Strömungen mit dem Magen zusammen und verändern von Zeit zu Zeit ihre Richtung. Meyen hat diesen Zusammenhang nicht beobachtet, und ich habe mich auch nicht davon überzeugen können. Bei einigen niederen Thieren mit verzweigtem Gefässsystem wird die Bewegung der Säfte gleichwohl noch nicht durch ein Herz oder Zusammenziehung der Gefässe, sondern durch Wimpern an den Wänden der Gefässe bedingt. Dahin gehören das von Nordmann (*mikrograph. Beiträge* 1832.) beobachtete *Diplozoon* und andere Entozoen, so wie Ehrenberg's Turbellarien. Ehrenberg und v. Siebold haben die Ursache dieser Bewegungen in schlagenden Wimpern erkannt. Muell. *Arch.* 1836. *Jahresb. CXXXVI.* Dieselbe Art von Saftbewegung hat M. Edwards bei den Beroen beobachtet. *N. ann. d. sc. nat. T. XIII.* 1840. *p.* 320.

Bei den Medusinen geschieht die Verbreitung der Säfte durch gefässartig verzweigte Magensäcke. Bei den Planarien und Saugeingeweidewürmern, *Trematoda*, giebt es auch einen gefässartig verzweigten Darm. Bei den niederen Thieren, deren Kreislauf man genauer beobachtet hat, bei Echinodermen und Hirudineen, ist die Blutbewegung durch einfache, doppelte oder mehrfache contractile Gefässstämme bewerkstelligt. Die Gefässstämme sind aber keine Arterien- und Venenstämme, sondern zum Theil contractile Herzen, die das Blut in die Zwischengefässe treiben.

Das von Tiedemann bei den Holothurien entdeckte Gefässsystem gemeinschaftlich auf dem Darmcanale und dem Athemorgan scheint hierhin zu gehören (in der Haut ist überdiess ein eigenes System von Wassercanälen zur Anschwellung der Fühlwärzchen). *Anatomie der Röhrenholothurie etc.*

Bei den Würmern mit rothem Blute giebt es auch noch keinen deutlichen Unterschied von Arterien- und Venenstämmen, sondern einfache, doppelte und mehrfache contractile Gefässstämme, welche sich abwechselnd bald füllen, bald zusammenziehen, und das Blut durch die zwischenliegenden Aeste und Gefässnetze treiben. Die Zusammenziehungen der Gefässstämme schreiten in einer gewissen Richtung vorwärts, und treiben das Blut nach Dugès in den grösseren Gefässstämmen im Kreise herum; entweder in horizontaler Richtung, wie bei den Hirudineen, wo die Hauptstämme zu beiden Seiten liegen, oder in verticaler Richtung, wo die Hauptstämme oben und unten liegen, wie bei den Lumbricinen, Arenicolen, Naiden. Zu gleicher Zeit wirft sich das Blut abwechselnd durch die Queergefässe von einer zur andern Seite, indem der eine Stamm gefüllt wird, während der andere sich contrahirt, wie man diess von *Hirudo vulgaris* weiss. Siehe J. Mueller, Meckel's *Archiv* 1828. und Burdach's *Physiol. Bd.* 4. Dugès *Ann. des sc. nat. T.* 15. Es giebt bei diesen Thieren einen unvollständigen Kreislauf (durch die Stämme), und zugleich alternirende Fluctuation. Merkwürdig ist die von mir bei *Hirudo vulgaris* beobachtete Abwechselung in der Richtung der Zusammenziehung, so dass ein und dasselbe gefässartige Herz sich eine Zeitlang in der einen Richtung zusammenzieht, dann aber plötz-

lich die Richtung der Contraction umkehrt. Eine Erscheinung, die ferner auch bei den Ascidien beobachtet worden.

Die Nereiden haben nach R. Wagner zwei Längsstämme, einen auf dem Rücken, der von hinten nach vorn das Blut treibt und pulsirt, den zweiten am Bauche, unter dem Darme (oder dem Nervenstrange), der nicht pulsirt oder sich contrahirt; ausserdem finden sich Queergefässe, obere und untere, für die Leibesringe; letztere pulsiren herrlich und entspringen aus dem Bauchlängsstamme, sie gehen in die Ruderplatten oder Füsse (Kiemen); aus diesen entspringen die oberen nicht pulsirenden, die zum Rückenstamme gehen. Vergl. über den Kreislauf der Anneliden M. Edwards in *N. ann. d. sc. nat.* 1838.

Bei den Thieren mit einem contractilen Gefässstamme giebt es einen vollständigen einfachen Kreislauf ohne Fluctuation mit arteriösen und venösen Strömen. So bei den Insecten, wo Carus den einfachen Kreislauf vom contractilen Rückengefässe aus und hinten zum Rückengefässe zurück entdeckt hat. Carus *Entdeckung eines Blutkreislaufes etc. Leipz.* 1827. *Nov. act. nat. cur. T.* 15. *p.* 2. Die Strömchen sind sehr einfach und ohne Verzweigung; die Füsse z. B. haben nur zwei einfache entgegengesetzte Ströme, die unmittelbar in einander umbiegen. Wagner hat Carus Beobachtungen über den sichtbaren Kreislauf der Insecten bestätigt und erweitert, er hat die Blutkörperchen zu den Seiten des Darmes und Rückengefässes in zwei venöse Ströme vertheilt fliessen gesehen, wahrscheinlich ohne Gefässe, und sah zugleich Blutkörperchen von diesen Strömen aus in das Rückengefäss durch Seitenspalten eintreten. Schon Straus hat diese Seitenspalten an den verschiedenen Abtheilungen des Rückengefässes beschrieben. Nach Straus besteht das Rückengefäss des Maikäfers aus acht Kammern, die durch zweilippige, nach vorne gerichtete Klappen communiciren, und das Blut von hinten nach vorn durchtreten lassen. *Considérations générales sur l'anatomie des animaux articulés etc. Paris* 1829 *).

Einen fast eben so einfachen Kreislauf scheinen die einfachen Crustaceen (Asseln, Daphnien) nach Zenker und Gruithuisen, und die Spinnen zu besitzen. Die Lungen- oder Kiemen-Blutbahn ist noch nicht von der allgemeinen Blutbahn abgesondert. Bei diesen niederen Crustaceen und bei den Lungenspinnen athmet ein Theil des Blutes in dem Athemorgane während des Kreislaufes. Bei den Insecten und Luftröhrenspinnen athmet das Blut im ganzen Körper, da sich die Luftröhren in allen Theilen bis auf das feinste verzweigen. Bei den eigentlichen Krebsen giebt es entweder ein langes röhriges Herz, wie bei den Squillen, oder ein kurzes und breites, wie bei den übrigen Krebsen. Die venösen Ströme führen das Körpervenenblut erst in die Kiemen, die Kiemenvenen zum Herzen, das Herz zum Körper. Dass diese von

*) Ueber eine eigenthümliche von mir entdeckte Verbindung zwischen dem Herzen und den Eierröhren bei den meisten Insecten, welche jedoch der Circulation fremd zu seyn scheint. Siehe *Nov. act. nat. cur. T. XII.* 2. Wagner *Isis* 1832. 320.

Audouin und Edward's entdeckten Verhältnisse wirklich stattfinden, davon habe ich mich zu Paris am Hummer durch Injection überzeugt, und ich halte die häutige Decke über dem Herzen mit Meckel nicht für einen Vorhof, sondern für einen venösen Sinus, aus welchem das Blut in die Spaltöffnungen des Herzens eintritt. Siehe *Ann. des sc. nat.* 1827. *Tab.* 24—32.

Bei den Mollusken ist der Kreislauf ähnlich wie bei den Krebsen. Nur bei den schalenlosen Acephalen (Ascidien, Salpen) gehen die Kiemenvenen unmittelbar zur Kammer, bei anderen, wie bei den meisten Gasteropoden (Schnecken), gelangt ihr Blut zuerst zu einem Vorhof, und bei den zweischaligen Muscheln in zwei Vorhöfe, und von dort zur Kammer. Das Körpervenenblut gelangt bei den meisten Mollusken ganz in die Kiemen, bei den zweischaligen Muscheln (nach Bojanus, *Isis* 1819.) gelangt ihr Körpervenenblut durch das von ihm für eine Lunge, von Neuern für eine Niere gehaltene hohle, mit einem Ausführungsgange versehene Organ, und dann grösstentheils in die Kiemen, während ein Theil sogleich, ohne erst durch die Kiemen zu gehen, in die Vorhöfe gelangt. Dagegen sagt Treviranus (*Erscheinungen und Gesetze des organ. Lebens. I. p.* 227.), dass bei den zweischaligen Muscheln ein Theil des Kiemenvenenblutes von den Kiemen noch erst das schwammige Organ durchkreise, und dann zum Herzen gelange; so wie bei den Schnecken, *Limax* und *Helix*, das Lungenvenenblut zum Theil, ehe es zum Herzen gelange, zu dem Harnsäure absondernden Organ (*sacc. calcareus*) gehe, und dann sich wieder sammele, um in den Vorhof zu gelangen.

Bei den Sepien unter den Mollusken sind 3 getrennte Kammern vorhanden, das Körperherz giebt die Körperarterie ab, die Körpervenen führen das Blut in 2 seitliche Kiemenherzen; von dort gelangt es durch die Kiemenarterien in die Kiemen und durch die Kiemenvenen wieder ins Aortenherz.

Sobald in der Thierwelt ein wahrer Kreislauf auftritt, hängen alle ferneren Modificationen von dem Verhältnisse ab, welches die Gefässe des Athemorganes (Lunge oder Kieme) oder die Gefässe des kleinen Kreislaufes zu den Körpergefässen oder den Gefässen des grossen Kreislaufes haben. Entweder athmet nur ein Theil des Blutes während des grossen Kreislaufes, und der kleine Kreislauf ist nach Cuvier's Ausdruck nur ein Bruch des grossen, oder alles Blut muss zuerst den kleinen Kreislauf der Lungen oder Kiemen durchgehen, ehe es im Körper verbreitet wird. Im ersten Falle befinden sich unter den Wirbellosen die niederen Crustaceen (Spinnen?), Würmer, unter den Wirbelthieren die Amphibien. Im zweiten Falle sind die Mollusken, die eigentlichen Krebse, die Fische, Vögel, Säugethiere und der Mensch. Die Fische scheinen in dieser Hinsicht über den Amphibien zu stehen, und letztere sogar den Mollusken und Crustaceen untergeordnet zu seyn. Allein Cuvier bemerkt richtig, dass das Athmen im Wasser weit unvollkommener als in der Luft sey, und dass also das halbe Athmen der Mollusken, Krebse und Fische bei einem ganzen kleinen Kreislaufe im Resultate nicht abweiche von dem ganzen Athmen der Amphibien bei einem

halben kleinen Kreislaufe. Die luftathmenden Schnecken scheinen nun immer noch höher zu stehen, als die luftathmenden Amphibien, insofern nur ein Theil des Blutes bei den letzteren, alles Blut bei den ersteren athmet. Allein das Blut vertheilt sich in den Lungen der Schnecken nur ganz unbedeutend gegen die Verästelung und den Gefässreichthum in den Lungen der Amphibien.

Die Mannichfaltigkeiten, welche die Natur in dem Ursprunge der Athemarterien und Athemvenen aus dem grossen Kreislaufe darbietet, sind sehr gross, und es scheinen selbst alle denkbaren Fälle dieses Verhältnisses von der Natur erschöpft zu seyn.

A. Der kleine Kreislauf, ein Theil des grossen Kreislaufes.

1. Der kleine Kreislauf, ein Theil des venösen Gefässsystems. Bei den zweischaligen Muscheln kehrt, wenn Bojanus Darstellung richtig ist, ein Theil des Körpervenenblutes unmittelbar zu den Vorhöfen, der grössere Theil durchkreist die Kiemen, und kehrt zu den Vorhöfen zurück.

2. Der kleine Kreislauf, ein Theil des arteriösen Gefässsystems. Bei den Proteideen (*Proteus*) unter den nackten Amphibien, und bei den Fröschen und Salamandern im Larvenzustande geben die Aortenbogen die Kiemenarterien als Seitenäste auf.

3. Der kleine Kreislauf, ein Theil des arteriösen und venösen Gefässsystems. *a*) Die Salamander und Frösche haben in der späteren Zeit Lungen, keine Kiemen mehr, die Proteideen haben Kiemen und Lungen durchs ganze Leben. Bei beiden sind die Lungenarterien Aeste von Aortenbogen, die Lungenvenen gehen zum linken Vorhof, die Körpervenen zum rechten Vorhof, wie J. Davy, Martin St. Ange und M. Weber entdeckt haben. *b*) Bei den beschuppten Amphibien geht die *Art. pulm.* aus der Herzkammer selbst mit den anderen Arterien hervor, Kiemenvenen zum linken, Körpervenen zum rechten Vorhof der einfachen Herzkammer.

B. Der kleine Kreislauf im Gegensatz des grossen Kreislaufes.

1. Der kleine Kreislauf entstehend aus den Körpervenen und rückkehrend zum Herzen: Mollusken, Krebse.

2. Der kleine Kreislauf mit den Kiemenarterien entstehend aus dem Arterienstiele des Herzens, und rückkehrend durch die Kiemenvenen zu einem neuen Arterienstamme für den übrigen Körper: Fische. Ein Vorhof der Körpervenen, eine Kammer.

3. Der kleine Kreislauf entstehend aus der Lungenkammer, rückkehrend zur Kammer des grossen Kreislaufes. *a*) Bei den Sepien sind das Aortenherz und die beiden Kiemenherzen von einander getrennt, und ohne Vorhöfe. *b*) Bei den Vögeln, Säugethieren und dem Menschen giebt es eine Lungen- und eine Körperarterienkammer, beide mit einem Vorhofe; diese Herzen bilden ein vereinigtes Ganze, die *Venae pulmonales* münden in den Vorhof der Aortenkammer oder in den linken Vorhof, die Körpervenen in den Vorhof der Lungenkammer oder in den rechten Vorhof.

Ein grosses physiologisches Interesse bietet bei den Wirbelthieren die Umwandlung des Kiemenkreislaufes in den Lungen-

kreislauf dar, die man in der Classe der Amphibien zu beobachten Gelegenheit hat. Das Herz der Fische hat einen Vorhof für die Aufnahme der Körpervenen, und eine Kammer, aus welcher der Truncus arteriosus mit einem contractilen Bulbus entspringt. Der Truncus arteriosus theilt sich ganz in die Kiemenarterien, die Kiemenvenen treten zu den Körperarterien zusammen und bilden die Aorta abdominalis an der Vorderseite der Wirbel. Die *nackten* Amphibien haben in der Jugend, wo sie durch Kiemen athmen, in ihrer Circulation viele Aehnlichkeit mit den Fischen, nach der Verwandlung aber haben sie gleich den beschuppten Amphibien 2 Vorhöfe *).

Zu den nackten Amphibien gehören aber:

1. Die Coecilien, die nach einer Entdeckung von mir einen Jugendzustand mit Kiemenspalten ohne Kiemen besitzen.
2. Die Derotreten mit perennirenden Kiemenspalten ohne Kiemen (*Amphiuma, Menopoma*).
3. Die Proteideen mit perennirenden Kiemenspalten, Kiemen und Lungen (*Siren, Siredon, Proteus, Menobranchus*).
4. Die Salamandrinen.
5. Die eigentlichen Batrachier oder Frösche und Kröten.

Von diesen sind die Salamandrinen und Batrachier den auffallendsten Metamorphosen ihres Körpers und besonders ihres Kreislaufs unterworfen. Die Salamander haben als Larven im ersten Stadium äussere Kiemen und Kiemenspalten, keine Beine, aber einen Schwanz; im zweiten Stadium haben sie ausser dem Schwanze 4 Extremitäten, zugleich äussere büschelförmige Kiemen und Kiemenspalten, und Rudimente von Lungen; sie gleichen also dann ganz dem bleibenden Zustande der Proteideen. Als erwachsene Thiere behalten sie den Schwanz, aber ihre Kiemen und Kiemenspalten verschwinden, wenn sie den Larvenzustand verlassen.

Die Frösche und Kröten sind in der ersten Zeit des Larvenzustandes geschwänzt und ohne Beine, haben Kiemenspalten und äussere büschelförmige Kiemen; im zweiten Stadium verlieren sie die äusseren Kiemen und haben innere Kiemen an den Kiemenbogen, aber die Kiemen sind mit einer Membran bedeckt, welche nur eine Oeffnung an der linken Seite (Frosch) lässt; sie sind auch jetzt noch geschwänzt und ohne Beine. Bei der Verwandlung erhalten sie Beine, sie verlieren die Kiemen, auch ihr Schwanz verschwindet ganz durch Resorption.

Bei den Proteideen (*Proteus*) theilt sich der Truncus arteriosus der einfachen Kammer sogleich in mehrere den Kiemenbogen

*) Alle nackten Amphibien haben zwei nur innerlich getrennte Vorhöfe und eine Kammer, zwei Condyli occipitales, kein Drehgelenk zwischen Atlas und Epistropheus, keine Gehörschnecke, keine Fenestra rotunda, keinen Penis, keine wahren Rippen; alle beschuppten Amphibien (Crocodile, Eidechsen, Schlangen, Schildkröten) haben zwei selbst äusserlich getrennte Vorhöfe und eine Kammer, einen Condylus occipitalis, in der Regel ein Drehgelenk des Atlas und Epistropheus wie die höheren Thiere, eine Gehörschnecke und Fenestra rotunda, wahre Rippen, deutlichen Penis und sind ohne Verwandlung.

entsprechende Aortenbogen für jede Seite, die sich hinten wieder zur Aorta abdominalis vereinigen. Von diesen Aortenbogen gehen die grossen Kiemenarterien aus, sie nehmen die Kiemenvenen wieder auf. Bei den Salamanderlarven vertheilt sich der Truncus arteriosus, wie beim Proteus, zum grössten Theil in die Kiemenarterien, diese anastomosiren mit den Kiemenvenen oder Wurzeln des Körperarteriensystems. Bei der Verwandlung zieht sich die Blutbahn von den Kiemen auf bleibende Aortenbogen zurück. Rusconi *amours des Salamandres. Milan.* 1821. Bei den Fröschen gleicht der Kiemenkreislauf in der ersten Zeit des Larvenlebens, wo sie äussere Kiemen haben, dem Kiemenkreislauf der Salamanderlarven, im zweiten Stadium, wo sie innere, bedeckte Kiemen haben, und die Lungen sich zu entwickeln anfangen, vertheilen sich die Gefässe nach Huschke mehr wie bei den Fischen; der Truncus arteriosus vertheilt sich in die Kiemenarterien für 4 Kiemenbogen, die Kiemenvenen laufen den Arterien parallel und sammeln sich in entgegengesetzter Richtung, doch findet eine kurze Anastomose am Anfange jedes Kiemenbogens zwischen Arterie und Vene statt, die bei den Fischen fehlt. Nach der Umwandlung ist nur noch jederseits der Bogen übrig, der sich mit dem der andern Seite zur Aorta abdominalis vereinigt, und der die Art. brachialis hinten abgiebt. Die Lungenarterien und die Kopfgefässe sind aber nicht auch Aeste dieser Bogen, wie man gewöhnlich glaubt, sie scheinen nur vom Anfang jenes Bogens auszugehen; denn genau untersucht besteht jeder der 2 divergirenden Stämme, in welche sich der Truncus arteriosus theilt, aus drei verwachsenen Stämmen, deren Lumina nur durch dünne Septa getheilt sind, die Reste von den Arterien der Kiemenbogen, die nur verwachsen sind. Die mittlere dieser Röhren geht in die Aorta jederseits weiter, die untere giebt die Art. pulm. und ein Gefäss des Hinterkopfes, aber die obere geht in die Kopfgefässe über. Nach der Verwandlung geht das Körpervenenblut zum rechten, das Lungenvenenblut zum linken Vorhof, beides von dort in die einfache Kammer und in das Arteriensystem.

Bei den warmblütigen Wirbelthieren ist der kleine Kreislauf der Lungen kein Theil des grossen mehr, sondern alles Blut muss durch die Lungen, wenn es in den übrigen Körper gelangen soll. Indessen besitzen diese höheren Thiere so gut wie alle übrigen Wirbelthiere einen kleinsten Kreislauf des Blutes, der ein blosser Anhang des grossen ist, den Pfortaderkreislauf. So wie der Kiemenkreislauf der mit Kiemen versehenen nackten Amphibien als ein blosser Anhang der Arterien von diesen beginnt und in die Arterien zurückkehrt, so ist der Pfortaderkreislauf ein blosser Anhang der Venen, ein Umweg, den ein Theil des Venenblutes macht, ehe es zum übrigen Venenblut gelangt. Es giebt bei den Wirbelthieren 2 Pfortadersysteme, das der Nieren und das der Leber; ersteres kommt nur bei den Fischen und Amphibien vor, letzteres bei Allen, wie beim Menschen. Bei dem Menschen und den Säugethieren bilden die Venen der Milz, des Magens, des Darmkanals, Mesenteriums, der Gallenblase und des Pankreas die in der Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader;

aus den Capillargefässen der Leber kehrt das Blut durch die Lebervenen in die Vena cava inf. zum übrigen Venenblute. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen geht zur Pfortader der Leber auch ein Theil des Blutes der untern Extremitäten, des Schwanzes, des Beckens, bei den Fischen zuweilen auch der Schwimmblase und Genitalien. Jacobson, Nicolai, Rathke. Bei den Amphibien, die ausser den Nierenarterien nach Jacobson's Entdeckung auch Pfortadern der Nieren haben, geht zu diesen ein Theil des Blutes der hinteren Extremitäten und des Schwanzes. Hier geht das Blut der hinteren Extremitäten, der Bauchmuskeln, des Schwanzes zur Pfortader der Leber und zu den Pfortadern der Nieren, und zwar bei einigen Amphibien, wie Fröschen und Salamandern, zu diesen Eingeweiden allein, bei anderen (Crocodilen) zum Theil zur Vena cava. Bei den Fischen geht das Blut des Schwanzes und des mittlern Theiles des Bauches bald allein zu den Nieren, wie im Gadus; bald geht das Blut der hinteren Theile zu den Nieren, zur Leber und Vena cava, wie im Karpfen, Hecht, Barsch. Jacobson, Meck. *Arch.* 1817. 147. Nicolai. *Isis* 1826. 404.

II. Capitel. Von den allgemeinen Erscheinungen des Kreislaufs.

Das Herz des erwachsenen Menschen im mittlern Alter zieht sich 70—75mal in der Minute zusammen, in der Jugend häufiger, im Alter seltener; z. B. beim Embryo ist die Zahl der Schläge 150, nach der Geburt 140—130, im ersten Jahr 130—115, im 2. Jahr 115—100, im 3. Jahr 100—90, im 7. Jahr 90—85, im 14. Jahr 85—80, im Greisenalter 65—50. Beim sanguinischen Temperament ist der Herzschlag etwas häufiger als beim phlegmatischen; ebenso beim weiblichen Geschlechte. Bei den Thieren variirt die Zahl der Herzschläge sehr. Bei Fischen hat man 20—24 Schläge beobachtet, beim Frosch gegen 60, bei Vögeln 100—140, beim Kaninchen 120, bei der Katze 110, beim Hund 95, beim Schaf 75, beim Pferd 40.

Nach dem Essen ist der Herzschlag häufiger, noch mehr bei körperlichen Anstrengungen; seltener ist er im Schlaf. Nach Parrot steigt die Frequenz des Pulses, die in der Meeresfläche 70 betrug, bei 1000 Metres darüber auf 75, bei 1500 auf 82, bei 2000 auf 90, bei 2500 auf 95, bei 3000 auf 100, bei 4000 auf 110. Froriep's *Notizen* 212. Vergl. Nick *über die Bedingungen der Häufigkeit des Pulses. Tüb.* 1826. In Entzündungen und Fiebern ist der Puls viel häufiger als sonst; wenn die Kräfte abnehmen, häufig und schwach. In Nervenaffectionen mit mehr Unterdrückung als Erschöpfung der Kräfte ist der Puls oft auffallend langsamer.

Wird das Herz eines lebenden Säugethieres oder Vogels blossgelegt, so sieht man, dass die beiden Herzkammern sich

gleichzeitig zusammenziehen, dass die beiden Vorhöfe mit dem Anfang der Lungenvenen- und Körpervenenstämme sich auch gleichzeitig zusammenziehen, und dass die Zusammenziehung der Vorhöfe nicht gleichzeitig ist mit der Zusammenziehung der Kammern. Bei warmblütigen Thieren geht die Zusammenziehung der Vorkammern schnell vor der Zusammenziehung der Kammern vorher. Die kaltblütigen Thiere haben nur eine Kammer und zwei Vorhöfe, aber die nackten Amphibien haben gleich den meisten Fischen*) einen Theil, den die übrigen Thiere nicht haben, nämlich einen contractilen Bulbus der Aorta. Die Contractionen der Venenstämme, der Vorhöfe, der Kammer und des Bulbus aortae folgen sich beim Frosch in der Ordnung, wie sie genannt sind, so dass die Zwischenzeiten bei diesen 4 Momenten fast gleich sind; die Zwischenzeit von der Contraction der Vorhöfe zur Contraction der Kammer ist eben so gross, wie die Zwischenzeit zwischen der Contraction der Kammer und der des Bulbus. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass Vorhöfe und Kammer nicht in gleichen Zwischenzeiten wie die Bewegungen eines Pendels abwechseln, wie Oesterreicher (*Lehre vom Kreislauf des Blutes. Nürnb.* 1826.) behauptet, sondern dass die Zeit von der Contraction der Vorhöfe bis zur Contraction der Kammer kleiner ist, als die Zeit von der letzten bis zur ersten, dass in der Regel in den grössern Zeitraum von der Contraction der Kammer bis zur Contraction der Vorhöfe gerade die Contraction des Bulbus aortae und der Venenstämme hineinfällt. Bei warmblütigen Thieren sah ich die Contraction der Vorhöfe zuweilen einige Momente fehlen, was auf Rechnung der Verletzung kommt, sonst aber immer wie ein sehr schneller Vorschlag von der Contraction der Ventrikel, so dass die Zeit von der Contraction der Vorhöfe bis zur Contraction der Ventrikel jedenfalls ausserordentlich viel kürzer ist als die Zeit von der Contraction der Ventrikel bis zur Contraction der Vorhöfe.

Nur die Zusammenziehung (*systole*) des Herzens ist ein activer Zustand, die Erweiterung (*diastole*) ist das Moment der Ruhe, wo die Fasern erschlaffen und die Höhlen des Herzens in den hierbei entstehenden hohlen Raum das nächste Blut anziehen, was nach der Anordnung der Klappen zufliessen kann; die Herzhöhlen sind daher in der Erweiterung, *diastole*, mit Blut gefüllt und ausgedehnt. Die von Bichat und einigen anderen französischen Gelehrten angenommene active Erweiterung des Herzens wird durch ein gutes Experiment von Oesterreicher *l. c.* 33. widerlegt. Wenn man auf ein ausgeschnittenes Herz vom Frosch einen Körper legt, der schwer genug ist, das Herz flach zu drükken, und klein genug, dass man das Herz beobachten kann, so sieht man, dass dieser Körper nur bei der Zusammenziehung des Herzens gehoben wird, dass bei der Erweiterung aber das Herz platt bleibt. Hieraus geht hervor, dass die Erweiterung des Herzens nach der Contraction kein Muscularact des Herzens ist; indessen können doch die Wände des Herzens in der Diastole nicht

*) Mit Ausnahme der Cyclostomen.

so schlaff, wie an einem ausgeschnittenen Herzen seyn, selbst wenn die Herzhöhle nicht mit Blut gefüllt wäre, weil die Capillargefässe der Herzsubstanz zur Zeit der Erschlaffung vom Blut strotzen, während sie zur Zeit der Contraction zusammengedrückt werden, und weniger Blut enthalten können.

Die Bewegungen der Herzkammern würden das Blut sowohl in die Vorhöfe und Venen als in die Arterien treiben, wenn nicht die Klappen durch ihren Bau und ihre Befestigung das Austreiben des Blutes nur in einer gewissen Richtung, und das Einfliessen nur in einer andern Richtung zuliessen. Die Vorhöfe können durch ihre Contraction das Blut allerdings auch in die Venen zurücktreiben, wenn nicht der Strom des Venenblutes nach dem Herzen diese Bewegung aufhält, aber der Fluss des Bluts aus dem Vorhof in die Kammer ist frei, denn die Valvula an der Vorhofmündung ist so befestigt, dass sie das Blut frei in die Kammer strömen lässt; aber bei der Zusammenziehung der Kammer verhindert diese Klappe, indem sie durch den Druck des Blutes sich ausbreitet und vorlegt, das Rückfliessen in die Vorhöfe.

Die Bewegung des Blutes aus der Kammer ist frei nach den Arterien, weil die am Ostium arteriosum der Kammern liegenden taschenförmigen Klappen, *Valvulae seminulares*, durch den Strom des Blutes aus den Kammern nach den Arterien auseinander weichen, dagegen kann das einmal in den Arterien enthaltene Blut nicht in die Kammern zurück fliessen, weil die Blutsäule der Arterien die taschenförmigen Klappen am Ostium arteriosum der Kammern herabdrückt und ausbreitet. Das Herz bildet durch diese Anordnung der Klappen eine Art Pumpenwerk, gleichwie die gewöhnlichen Pumpenröhren mit zwei Klappen versehen sind, von denen die eine beim Aufziehen der Pumpenstange das Wasser durchlässt, sich aber beim Senken der Pumpenstange wieder schliesst, während die andere sich dem Wasser öffnet, die sich dagegen beim Wiederaufziehen der Stange schliesst, und das Zurückfliessen des schon geförderten Wassers verhindert.

Das ganze Gefässsystem muss man sich während der Circulation mit Blut gefüllt denken. Nur die Herzhöhlen ziehen sich jedesmal bis fast zur Leere zusammen, obgleich mehrere Beobachtungen zeigen, dass nicht alles Blut bei der Zusammenziehung der Kammern in die Arterien fliesst. Aber die Gefässe sind vom Anfange der Arterien bis in die Capillargefässe, und von dort bis zur Insertion der Venenstämme ins Herz, sowohl während der Zusammenziehung der Kammern, als zur Zeit der Ruhe mit Blut gefüllt; nirgends ist Luft, nirgends ein leerer Raum im Gefässsystem. Die Zusammenziehung der Aorta-Kammer kann z. B. das in den Arterien enthaltene Blut nur dadurch weiter bringen, dass sie mit 2—3 Unzen Blut (Inhalt der Kammer) mit Gewalt gegen die in den Arterien enthaltene Blutsäule drückt, und diese Blutsäule rückt um so viel Raum weiter, als diese 2—3 Unzen Blut, mitten durch die Aortenklappen gedrängt, Raum in dem Anfang der Aorta einnehmen. So wie die Zusammenziehung der Kammer nachlässt, hört die Ursache der Bewegung auf, aber das

Blut wird von den elastischen Arterien gegen den Widerstand der Reibung in den kleinsten Gefässen fort getrieben; es bildet immer ein Continuum von den Aorten-Klappen bis in die Capillargefässe, und fliesst beschleunigt, wenn die Aorten-Kammer wieder mit Gewalt mit 2—3 Unzen Blut den Anfang der Blutsäule an den Aortenklappen weiter drängt. Auf diese Art muss in einer gewissen Zeit aus den Venen gerade so viel Blut wieder ins Herz strömen, als durch die Zusammenziehung der Kammern daraus hervor tritt; denn die ganze Blutmasse bildet einen grossen Zirkel, vom Herzen zum Herzen, einen Zirkel, in dem an jeder Stelle so viel Blut weiter rückt, als an jeder andern. Bei der Zusammenziehung der Kammern müssten diese fast leer werden, aber diese Leerheit kommt nicht einmal zu Stande, denn auf der Stelle fliesst von den Venen und Vorhöfen her wieder das *a tergo* gedrängte Blut in die leer werdenden Kammern ein, und eben so ist es mit den Vorhöfen.

Indem die Zusammenziehung der Kammern in jedem Moment die Blutmasse in dem Arteriensystem weiter drängt, werden die Arterien ausgedehnt, und diesen von der Zusammenziehung der Kammer herrührenden Druck des Blutes gegen die elastischen Arterienwände nennt man Puls. Wir werden später uns mit dieser Erscheinung besonders beschäftigen; hier ist nur zu bemerken, dass der fühlbare Puls der Arterien mit der Zusammenziehung der Kammer synchronisch ist; an den feinsten Gefässen und an den Venen bemerkt man keinen Puls mehr. Der fühlbare Herzschlag ist eine den Brustwänden in der Gegend der fünften bis sechsten Rippe mitgetheilte Erschütterung, welche von dem Anschlag der Spitze des Herzens während der Contraction der Kammern herrührt. Diese Bewegung hängt mit einer Achsendrehung des Herzens während der Zusammenziehung der Kammern zusammen, welche von Haller, Greeves, Kuerschner beobachtet wurde. Die Spitze des Herzens wird nämlich bei der Contraction mehr nach rechts gewendet, und bewegt sich während der Erweiterung des Herzens wieder nach links. Kuerschner in Muell. *Archiv.* 1841. *p.* 103.

Von dem fühlbaren und zuweilen aussen sichtbaren Herzschlag muss man 2 Töne unterscheiden, welche man hört, wenn man das Ohr auf die Stelle des Herzens anlegt, oder sich eines Stethoskops bedient. Man kann sie, wie ich finde, auch zuweilen Nachts an sich selbst hören, wenn man auf der linken Seite liegt. Diese Töne folgen schnell auf einander bei jedem fühlbaren Herzschlag, und lassen, wie der Herzschlag, eine Pause hinter sich. Ich finde die Zwischenzeit zwischen beiden im Verhältniss zur Pause wie 1 zu 3, oder ungefähr $\frac{1}{4}$ der Zeit zwischen zwei Herzschlägen oder circa $\frac{1}{5}$ Secunde (12 Terzen). Auch finde ich nach vielen mit Ausdauer fortgesetzten Beobachtungen, dass der erste Ton synchronisch mit dem fühlbaren Herzschlag ist, und auch fast synchronisch mit dem Puls an der Art. maxill. externa, der nur ein Paar Terzen auf den fühlbaren Herzschlag folgt. Ich hörte den ersten Ton bei einer gesunden Weibsperson nur wo man den Herschlag fühlt, deutlich, den zweiten aber fast

in der ganzen Ausdehnung der Brust bis an die Schlüsselbeine. Bei Schwangern hört man die zwei Töne des Fötusherzschlages durch die Bauchdecken hindurch.

Laennec hat den ersten Ton von der Zusammenziehung der Kammern, den zweiten von der Zusammenziehung der Vorhöfe abgeleitet, was indess unzweifelhaft falsch ist, da die Zusammenziehung der Vorhöfe als Vorschlag der Zusammenziehung der Kammern vorhergeht. Andere leiteten den ersten Ton von der Zusammenziehung der Vorhöfe, den zweiten von der Zusammenziehung der Kammern ab. Siehe Burdach *Physiol.* 4. *Bd.* Allein der Puls der Arterien ist so gut wie synchronisch mit dem Herzschlag, oder folgt zu schnell (ein Paar Terzen) auf den fühlbaren Herzschlag, der zweite Ton aber auf den ersten Ton und auf den fühlbaren Herzschlag in $\frac{1}{4}$ der Zeit zwischen zwei Herzschlägen oder 12 Terzen. Demnach kann der zweite Ton nicht von der Zusammenziehung der Kammern herrühren.

Nach Magendie's neueren Untersuchungen (*Ann. d. sc. nat.* 1834.) hören die Töne sogleich auf, wenn bei einem Thiere die Brust geöffnet wird, und kehren wieder, wenn man auf das Herz einen harten Körper zum Anschlagen auflegt. Er leitet den ersten Ton von der Zusammenziehung der Kammern und dem Anschlage der Spitze des Herzens, den zweiten Ton von dem Anschlage des Herzens in der Erweiterung an die Brustwände ab. Bei Versuchen, welche in der *med. Section der British. association zu Dublin* angestellt worden (*Lond. med. gaz. Oct.* 777. Froriep's *Not.* 1006.) zeigte sich, dass auch nach Entfernung des Brustbeins und der Rippen, wenn das Herz ausser aller Berührung mit irgend einem Theile der Brustwand schlug, beide Töne durch ein auf das Herz aufgesetztes Stethoskop vernommen wurden. Bei einem Kalbe, bei dem man auf diese Art beide Töne vernommen hatte, wurde eine feine, gekrümmte Nadel in die Aorta, eine andere in die Lungenarterie unter der Ansatzstelle der halbmondförmigen Klappen gestossen, und die Nadeln wurden ungefähr einen halben Zoll aufwärts und nach aussen durch die respectiven Gefässe hindurchgeführt, so dass in jedem, zwischen der Nadel und der Wand der Arterie eine Klappe eingeschlossen war; als das Hörrohr über den Ursprungsarterien angelegt wurde, fand man, dass der zweite Ton aufgehört hatte. Nach diesen Versuchen scheint es, dass man der Ansicht von Williams folgen muss, und dass der erste Ton von der Zusammenziehung der Ventrikel allein (Muskelgeräusch), der zweite von der Ausspannung der Klappen durch die Blutsäulen der Aorta und Arteria pulmonalis abgeleitet werden müssen, obgleich sie durch das Anschlagen des Herzens gegen die Brustwände, mit der Spitze bei der Systole, mit der vordern Wand bei der Diastole vernehmlicher werden müssen. Ueber Hope's und Williams Versuche siehe *Lond. med. gaz. Oct.* 774.

Wir gehen nun zur Beschreibung des grossen und kleinen Kreislaufs über. Den grossen Kreislauf nennt man die Bahn des Blutes von der linken Hälfte des Herzens durch die Arterien des Körpers, durch die Venen des Körpers zurück nach dem rechten

Herzen; den kleinen Kreislauf nennt man die Bahn des Blutes von dem rechten Herzen durch die Lungenarterie nach den Lungen, und durch die Lungenvenen zurück nach dem linken Herzen. Im Grunde giebt es also keine zwei Kreisläufe, sondern nur einen Kreislauf mit zwei Abtheilungen der Bahn, so dass in jeder Abtheilung das Blut durch die feinsten Gefässe aus den Arterien wieder in die Venen übergeht.

a. Kleine Blutbahn der Lungen.

Das Blut der *Vena cava inf.* und *sup.* und der grossen Herzvene fliesst dem rechten Vorhofe in dem Maasse zu, als der linke Ventrikel Blut durch die Arterien des Körpers treibt. Während der Contraction des Vorhofes wird das Blut dieser Venen kurz aufgehalten; allein so wie der Vorhof erschlafft, stürzt das Blut der Venen in den rechten Vorhof, und zum Theil schon in die rechte Kammer, sobald sie erschlafft ist. Nun contrahirt sich der Vorhof als Vorschlag der Contraction der Kammer. Bei Vivisectionen sah ich öfter zwei Zusammenziehungen des Vorhofes auf eine Zusammenziehung der Kammer, zuweilen aber auch die Zusammenziehung der Vorhöfe fehlen. Beides scheint jedoch Anomalie. Durch die Contraction des Vorhofes wird das Blut durch diejenige Oeffnung getrieben, welche jetzt nicht geschlossen ist. In die Hohlvenen fliesst das Blut nicht zurück, weil der Strom des Venenblutes durch die *vis a tergo* zum Herzen fortdauert, die *Valvula Thebesii* der Herzvene ist durch den Druck des Blutes im Vorhofe geschlossen. Das Blut strömt also in die während der Contraction des Vorhofes erweiterte rechte Kammer, die dadurch auf den höchsten Grad ihrer Anfüllung gebracht wird. Zu der Zeit, wo der rechte Vorhof sich wieder erweitert, um das Blut der Venen aufzunehmen, contrahirt sich die rechte Kammer, und treibt das Blut, da die *Valvula tricuspidalis* von dem Drucke des Blutes vor der Vorhofmündung der Kammer ausgebreitet wird, durch das *Ostium arteriosum* zwischen den hier aus einander weichenden *Valvulae semilunares* in die *Art. pulmonalis.* Auf diese Art gelangt das aus dem Körper zurückkehrende Venenblut durch die Thätigkeit des rechten Herzens in die Blutbahn der Lungen. Indessen strömt doch nicht jedesmal alles Blut des Vorhofes bei dessen Contraction in die Kammer, vielmehr wird ein Theil in die obere und untere Hohlvene zurückgedrängt. Jedenfalls wird durch die Zusammenziehung des Vorhofes der Zufluss des Blutes von den Venenstämmen nach dem Herzen aufgehalten, der sonst beständig erfolgen müsste, weil das Venenblut beständig durch den Strom des Blutes von der linken Kammer durch die Arterien, Capillargefässe und Venen gedrängt wird. Bei Vivisection sieht man die grossen Venen bei jeder Zusammenziehung des Vorhofes anschwellen, und bei Tritonenlarven sah ich das Blut in der untern Hohlvene und den Lebervenen nur stossweise fortrücken. Dieses Zurückströmen muss vermehrt werden, wenn die Kammer wegen irgend eines Hinder-

nisses nicht alles Blut in die *Art. pulm.* treiben kann, entweder durch Substanzveränderung derselben oder durch Verknöcherung der *Valvulae semilunares*, oder durch ein Hinderniss der Blutbewegung in den Lungen. Dieser Rückfluss oder vielmehr rhythmische Aufenthalt in den Hauptstämmen der Venen wird *Pulsus venosus* genannt. Er kann sich nicht weit fortpflanzen, weil die Venen zu nachgiebig sind, und die Stauchung nur die nächsten Theile des Venensystems erweitert.

Das einmal in der *Arteria pulmonalis* enthaltene Blut kann bei der Relaxation der Kammer nicht wieder zurückfliessen, weil die Blutsäule die *Valvulae semilunares* oder Taschenventile am *Ostium arteriosum* der Kammer ausbreitet. Die Bewegung des Blutes aus dem rechten Herzen durch die Lungen nach dem linken Herzen, der kleine Kreislauf genannt, ist kein wahrer Kreislauf, indem das Blut am Ende dieser Bahn an einem andern Orte ankommt, als von wo es ausgegangen ist, sondern ist nur ein Theil der Bahn des ganzen Kreislaufes, und würde besser Lungenblutbahn genannt werden, im Gegensatz der Körperblutbahn, welche zusammen erst einen ganzen Kreislauf bilden. Auf der Lungenblutbahn gelangt das venöse Blut, von immer neuen Blutmassen aus der rechten Kammer getrieben, aus den Zweigen der *Art. pulmonalis* in die Capillargefässe der Lungen, durch die Capillargefässe, wo es im Momente des Durchganges hellroth oder arteriös wird, in die *Venae pulmonales*, und sofort in den linken Vorhof. Die Capillargefässe der Lungen sind, wie überall, netzförmige Uebergänge der feinsten Zweige der Arterien in die feinsten Zweige der Venen; aber hier mit ausserordentlich engen Maschen der Netze. Alle diese Capillargefässnetze sind aber in der feinen Membran enthalten und ausgebreitet, welche die Lungenzellen bildet, in die sich die letzten Zweige der Luftröhre endigen, und welche eine feine Fortsetzung der Schleimhaut der Luftröhre ist. Da diese von Capillargefässen durchzogene feine Membran von Zelle zu Zelle ein Continuum bildet, so muss man sich das Innere der Lungen, abgesehen von den Luftröhren, Arterien und Venen, als eine im kleinen Raume realisirte ungeheure Fläche vorstellen, durch zellenhafte Faltungen einer Membran gebildet, die von Capillargefässnetzen durchzogen ist, so dass der Prozess des Athmens geschieht durch den Contact des Blutes und der Luft, welche durch die Luftröhre eingeführt, die Wände dieser Zellen berührt, während die Theilchen des Blutes in den Capillargefässen der Zellenwände bis ins Kleinste vertheilt, vorbeiströmen.

Bei den nackten Amphibien bilden die Lungen noch blosse Säcke mit inneren zelligen Vorsprüngen. So sind auch die Kiemen, die zweite Art des Athemorganes, eine grosse Vermehrung der Fläche im kleinen Raume; aber bei den Kiemen ist die Vermehrung der athmenden Fläche nach aussen vorspringend, bei den Lungen sackförmig oder nach innen verzweigt. Auch an den Kiemen vertheilt sich das Blut der Kiemenarterien in eine ungeheuere Ausbreitung durch die Capillargefässnetze aller Kiemenblätter und Blättchen, wovon jedes seine kleine Arterie hat,

die am Ende in eine kleine Vene umbiegt, während zahlreiche capillare Queeranastomosen zwischen beiden in der Breite der Kiemenblättchen statt haben. Bei den Fröschen und Salamandern kann man die Bewegung des Blutes durch die Capillargefässe der sackförmigen Lungen unter dem Mikroskope beobachten. Siehe die Abbildungen von Cowper *Phil. Trans. abridg.* 5. 331. von den Lungen des Salamanders von Prevost und Dumas in Magendie *préc. élément. de physiol. T.* 2. Die Zwischenräume der Strömchen sind ganz regelmässig zerstreute Inselchen, wie ich sehe, und kaum grösser als die Strömchen selbst. Noch deutlicher sieht man die Bewegung des Blutes durch die Capillargefässe der Kiemen bei den Larven der Salamander. Rusconi *della circolazione della larve delle Salam. aquat. Pavia* 1817. *Amours des Salam. aquat. Milan* 1821. Steinbuch, *Analecten f. Naturkunde. Fürth.* 1802. Am genauesten sind Marshall Hall's Beobachtungen über den Kreislauf in den Lungen der Salamander, Frösche und Kröten. *A critical and experimental essay on the circulation of the blood. London* 1831. *Tab.* 5—8. Die Zweige der Lungenarterien und Lungenvenen laufen hier einander immer parallel, so dass in die Winkel der Arterienzweige die Venenzweige, in die der Venenzweige die Arterienzweige eingreifen. An den Scheidewändchen der Lungenzellen, die nach dem Innern der Lunge vorspringen, verbreiten sich Arterienzweige und Venenzweige so, dass die Venenzweigelchen an dem innern Rande der Scheidewändchen verlaufen. Die letzten Zweige der Arterien und Venen enden plötzlich in ein Zwischennetz von Capillargefässen, während in allen andern Organen die Verzweigung der Gefässchen immer fortschreitet, und erst unmerklich in das Capillargefässnetz übergeht. Auf diese Art sind die letzten Zweige der Arterien und Venen überall siebförmig durchlöchert, um das Blut der Capillargefässe abzugeben oder aufzunehmen. Marshall Hall's naturgetreue Abbildungen sind von ausserordentlichem Interesse, besonders Tab. 8.

Die Zerstörung der Capillargefässnetze der Lungenzellen und der Lungenzellen selbst durch Entzündung, Eiterung, Entartungen, hat zwei sehr wichtige Folgen, erstens die Verkleinerung der athmenden Fläche, dessen Folge unvollkommene Ausbildung des Blutes und zuletzt Abzehrung seyn kann; zweitens Verkleinerung und Verhinderung der Blutbahn, welche das Blut nehmen muss, wenn es vom rechten zum linken Herzen, und so in den ganzen übrigen Körper gelangen soll. Bei den warmblütigen Thieren, wo alles Blut die Capillargefässnetze der Lungen passiren muss, um in die Bahn des grossen Kreislaufes zu gelangen, muss jede Verkleinerung dieses Capillargefässnetzes der Lungen durch Zerstörung ein Hinderniss im Kreislaufe des Blutes überhaupt bewirken, und bei den Lungenkranken müssen Anstrengungen des Herzens, Neigung zur Blutanhäufung in den Lungen, und Disposition zur Lungenentzündung und fieberhafte Aufregung etwas Gewöhnliches seyn. Jedes andere Organ kann ganz zerstört seyn, ohne dass der Blutlauf in den übrigen gehemmt wird, aber die Zerstörung der Lungen ist ein allgemeines Hinderniss des Kreislaufes, woraus die Warnung hervorgeht, dass die Lungen-

kranken Alles zu vermeiden haben, was noch mehr Hinderniss und Aufregung in dem Kreislaufe verursacht. Es lässt sich auch hieraus erklären, warum grosse Zerstörungen anderer Theile, wenn sie nur ohne beständigen Säfteverlust sind, nicht immer Fieber erregen, dagegen die Zerstörungen der Lungen so leicht mit hektischem Fieber verbunden sind. Desorganisationen in anderen Theilen bewirken vorzugsweise nur örtliche Hindernisse der Circulation, z. B. Stockungen des Blutes und Austritt von Blutwasser in den örtlichen Wassersuchten, in der Bauchwassersucht nach Desorganisation der Leber etc., ein Ausgang in Wasserergiessung, der bei Lungenzerstörungen verhältnissmässig seltener ist. Wenn die Capillargefässe der Lungen durch fremde Stoffe verstopft werden, die in den Kreislauf gelangt sind, wie durch Oel, Schleim, metallisches Quecksilber, Kohlenpulver, Schwefelpulver, die in Venen injicirt worden, so ist der Tod unvermeidlich, und folgt sehr schnell, wie Gaspard gezeigt hat.

Die Isolation der Blutbahn der Lungen von der Blutbahn des übrigen Körpers würde vollständig seyn, wenn nicht die Bronchialarterien mit den feineren Zweigen der Lungenarterie communicirten. Bei Verengerungen der *Art. pulm.* und ihrer Aeste werden diese Verbindungen stärker.

b. Grosse Blutbahn des Körpers.

Aus den Lungenvenen tritt das arteriell oder hellroth gewordene Blut in den linken Vorhof, und der sogenannte grosse Kreislauf oder richtiger derjenige Theil der Blutbahn, welchen das Blut im ganzen Körper mit Ausnahme der Lungen beim ganzen Kreislaufe beschreibt, beginnt nun, um das arterielle Blut in die Arterien, sofort in die Capillargefässe des Körpers, und, hier venös oder dunkelroth geworden, in die Körpervenen und endlich zum rechten Herzen zurückzuführen. Wenn sich der linke Vorhof (gleichzeitig mit dem rechten) erweitert, stürzt das Blut der Lungenvenen in den linken Vorhof, und zum Theil schon in die linke Kammer, sobald diese erschlafft. Die Contraction dieses Vorhofes treibt das Blut in die erweiterte Kammer, die nun bis auf ihren höchsten Punkt gefüllt ist. Bei der nun folgenden Contraction der linken Kammer schliesst sich die *Valvula mitralis* an der Vorhofsöffnung derselben, und das Blut strömt zwischen den aus einander weichenden *Valvulae semilunares* am *Ostium arteriosum* in die Aorta, welche die einmal in ihr enthaltene Blutsäule nicht wieder zurücktreten lässt, da durch Druck von der Aorta aus diese Taschenventile ausgebreitet werden. Die Gewalt, womit sich die linke Kammer zusammenzieht, ist viel stärker als die der rechten Kammer, auch sind bekanntlich die Wände der erstern gegen dreimal dicker, als die der letztern, beim Erwachsenen. Diese Gewalt der linken Kammer musste grösser seyn, da die Körperbahn grösser als die Lungenbahn, und erstere einen ungleich grössern Widerstand in den Capillargefässen aller Organe durch Reibung darbietet.

Von der Aorta aus vertheilt sich das Blut, mit jedem Herzschlage von einer neuen Masse gedrängt, im ganzen Körper mit Ausnahme der Lungen, und geht durch die Capillargefässe in die Venen über.

Bei grossen körperlichen Anstrengungen muss die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen in einem grossen Theile des Körpers aufgehalten werden durch den Druck der wiederholten Zusammenziehungen vieler Muskeln. Je ausgebreiteter dieses Hinderniss wird, um so mehr gleicht es demjenigen Aufenthalte der Blutbewegung, der in den Lungen schon durch kleine Hindernisse bewirkt wird. Es stellen sich dann auch ähnliche Wirkungen ein, die Blutsäule der Arterien setzt der Kraft des Herzens einen grössern Widerstand als gewöhnlich entgegen. Das Blut circulirt nicht frei und schnell genug durch die Lungen, und häuft sich an, so dass zu gleicher Zeit nicht Blut genug athmet, daher die Athembeschwerden bei solchen Anstrengungen, die man wohl weniger richtig von einem vermehrten Athembedürfniss bei grösserer Muskelbewegung ableitet.

Die feinen Arterien stehen in jedem Organe, noch ehe sie in die Capillargefässnetze übergehen, unter einander in vielfacher Verbindung, wie jede feine injicirte Membran zeigt, und an vielen Stellen erhält derselbe Theil zuführende grössere Arterien aus sehr verschiedenen Gegenden des Gefässsystemes, wie das Gehirn von der *Carotis cerebralis* und *Art. vertebralis.* Jedermann kennt die Verbindungen zwischen den *Art. epigast. intercost. mammar.* etc. Diess wiederholt sich an allen Orten, und da das Capillargefässsystem aller zusammenhängenden Theile continuirlich ist, so sind alle zuführenden und abführenden Gefässe in dem continuirlichen Capillargefässnetze des ganzen Körpers verbunden, so dass, wenn das gewöhnliche zuführende Gefäss eines Theils verschlossen wird, leicht ein neues dessen Stelle ersetzt. Die Capillargefässe des ganzen Körpers, die Anastomosen der zuführenden Gefässe bilden auf diese Art ein ununterbrochenes Netzwerk, welches von unzähligen Arterien aus Blut erhält, und von verschiedenen Wegen bald unmittelbarer, bald mittelbarer von Blut durchdrungen werden kann. Ohne dass nun neue Gefässe entstehen, durch blosse Erweiterung früherer Communicationen, können sich daher neue Wege der Zufuhr ausbilden, wenn die gewöhnlichen verschlossen sind, und so erklärt sich das Phänomen des Collateralkreislaufes, oder die Wiederherstellung des Kreislaufes durch einen Theil nach Verschliessung seines grossen Gefässstammes. Im Anfange erweitern sich eine Menge anastomosirender Zweige, und allmählig bilden sich einzelne stärkere Stämme wieder aus. Bei Thieren lässt sich sogar die *Aorta abdominalis* ohne absolut tödtlichen Erfolg unterbinden, dagegen man diese Operation beim Menschen bisher zweimal nur mit tödtlichem Erfolge gemacht hat. Dagegen hat man beim Menschen schon alle übrigen grossen Arterienstämme, welche zugänglich sind, mit Erfolg, wo es nöthig war, unterbunden. Es sind sogar Erfahrungen vorhanden, dass, wenn die Verschliessung nur allmählig geschieht, selbst die Verschliessung der Aorta hinter dem Ursprunge der Arterien der

oberen Theile des Körpers die Entwickelung eines Collateralkreislaufes nicht ausschliesst, so dass durch Erweiterung von Anastomosen der *Art. mammaria int.* und *intercost. prima* etc. mit den Intercostalarterien doch wieder das Blut in den unter der Verschliessung befindlichen Theil der Aorta durch Umwege gelangt. Siehe den von A. Meckel beobachteten Fall. *Archiv.* 1827. *Tab.* 5. In einem ähnlichen von Reynaud (Froriep's *Not.* 537.) beschriebenen Falle waren die Hauptverbindungen zwischen der Subclavia jeder Seite, und dem unter der Verschliessung liegenden Theile der Aorta durch Anastomosen der *Cervicalis profunda*, *Transversalis cervicis*, *Intercostalis prima* mit den Intercostalarterien, und zwischen der Subclavia und der Cruralarterie durch directe Verbindung der *Mammaria interna* und *epigastrica* bewerkstelligt.

Das durch die Arterien verbreitete Blut, von immer neuen Blutmassen aus dem linken Ventrikel gedrängt, folgt der durch die Gefässe verzeichneten Bahn, und geht aus den feinsten Arterien durch die Capillargefässnetze in die feinen Venen über, um sich weiter in grösseren Venen zu sammeln, und dem rechten Herzen wieder zuzuströmen. Diesen Uebergang kann man in vielen durchsichtigen Theilen mikroskopisch beobachten, so dass er nicht allein ein Schluss aus der Bewegung des Blutes in den Arterien und Venen, sondern ein Gegenstand der unmittelbaren Beobachtung ist.

Hierzu dient die Schwimmhaut der Frösche, der Schwanz junger Fische und der Salamander-, Frosch- und Krötenlarven, das Mesenterium aller Wirbelthiere, die Flügel der Fledermäuse, die Keimhaut des Eies der eierlegenden Thiere. Siehe die Abbildungen der blutführenden Capillargefässe von der *Area vasculosa* des Eies in Pander, *Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Ei*; von jungen Fischchen Doellinger, *Denkschr. der Akad. der Wissensch. zu München*, *Bd.* 7.; von der Schwimmhaut der Frösche Schultz, *der Lebensprozess im Blute, Berlin* 1822. Marshall Hall *tab.* 3.; von verschiedenen Theilen der Frösche und Säugethiere Kaltenbrunner, *Exp. circa statum sang. et vas. in inflammatione. Monach.* 1826; vom Gekröse der Frösche Reichel, *de sanguine ejusque motu. Lips.* 1767. Marshall Hall a. a. O. *tab.* 4.; vom Schwanze des Stichlings Marshall Hall a. a. O. *tab.* 1.; von Fisch-, Frosch- und Salamanderembryonen und Larven Baumgaertner *über Nerven und Blut. Freiburg* 1830. Schultz, *System der Circulation.*

Man sieht die Blutkörperchen deutlich aus sich verzweigenden kleinsten Arterien in nicht weiter dünner werdende Gefässe von netzförmiger Bildung sich ergiessen, und sich aus diesen wieder in dicker werdende und aus Zweigen sich bildende Anfänge der Venen sammeln. Die Blutkörperchen fliessen in den feinsten Capillargefässen einzeln hinter einander, und oft mit Unterbrechung; wenn sie einzeln fliessen, sind sie fast farblos, dichter gehäuft erscheinen sie gelb, noch dichter gelbroth und roth. Bei den noch kräftigen Thieren fliessen sie anhaltend ohne Stoss; wenn die Thiere schwach sind und die Bewegung sich verlang-

samt, sieht man die stossweise Bewegung, so dass sie zwar immer fort strömen, aber stossweise schneller strömen; bei noch schwächeren Thieren werden sie nur im Momente des Herzschlages fortgetrieben, und weichen dann auch wohl wieder etwas zurück. Wo mehrere arteriöse Strömchen in eine Anastomose zusammenkommen, ist ein Strömchen immer vorherrschend, und durchströmt die Anastomose allein, um sein Blut dem andern Strömchen beizumengen. So sammeln und theilen sich die Strömchen auch in den netzförmigen feinsten Gefässen, bis alles wieder in den Anfängen der Venen gesammelt wird. Zuweilen verändert sich die Richtung eines Strömchens, wenn ein anderes Strömchen stärker wird, und das frühere bestimmende schwächer, je nach dem Druck auf die Theile des Thieres. Alle Kügelchen gehen aus den Arterien in die Venen über, und niemals ereignet es sich, dass einzelne Kügelchen haften bleiben und sich mit der Substanz verbinden.

Während des Durchganges des Blutes durch die Capillargefässe wird das Blut dunkelroth. Die Bewegung des Blutes in den Venen ist nicht stossweise verstärkt, sondern gleichförmig. Diejenigen Venen, welche dem Drucke der Muskeln ausgesetzt sind, haben Klappen, Taschenventile, welche dem Blute die rückgängige Bewegung nach den Capillargefässen versperren, wodurch jeder Druck auf die Venen, statt die Bewegung aufzuhalten, das Blut nach dem Herzen befördert. Die Klappen fehlen in den Venen der in Höhlen geschützten Theile ganz. In den Lungenvenen hat Mayer unvollkommene Klappen beobachtet. An der Pfortader der Pferde hat E. H. Weber Klappen beobachtet, die beim Menschen fehlen.

c. Kleinste Blutbahn des Pfortadersystems.

Die Venen, welche sich zur Pfortader der Leber vereinigen, führen das Venenblut ihrer Theile zur Leber in das Capillargefässsystem derselben, zu welchem auch das Blut der Leberarterien gelangt. Vergl. p. 140. Auf diese Art gelangt also das Blut der Milz, des Darmkanales, des Magens, des Pankreas, des Mesenteriums nicht unmittelbar, sondern auf einem Umwege in die untere Hohlvene. Prof. Retzius in Stockholm hat indess beim Menschen auch einige feinere Verbindungen zwischen Darmvenen und Zweigen der untern Hohlvene entdeckt, wie er mir brieflich mitgetheilt hat. Als er nämlich die *Vena cava* und die *Vena portae* mit sehr feinen kalten Massen von verschiedenen Farben injicirte, fand er, dass das ganze *Mesocolon* und *Colon sinistrum* mit beiden injicirt war, und dass beiderlei injicirte Gefässe an mehreren Stellen Anastomosen bildeten. Die Venen vom Colon und Mesocolon, welche dem Systeme der *Vena cava* angehörten, gingen zur *Vena renalis sinistra*, und lagen äusserlich, dahingegen diejenigen, welche der Pfortader angehörten, grösstentheils näher der Schleimhaut lagen. Auch die äussere Oberfläche des Duodenums hatte Injection von der *Vena cava* aufgenommen. Breschet

hat die *Vena mesenterica minor* durch Aeste der *Vena cava inf.* angefüllt, und Schlemm hat offene Verbindungen der *Vena mesent minor* mit Gefässen von der *Vena cava inf.* am After gefunden. Eine Beobachtung, welche uns anzeigt, dass man mit Erfolg Blutentziehungen am After in Stockungen und Congestion des Blutes, vielleicht sogar Entzündungen des Darmkanales machen wird.

Das Blut der Pfortader der Wirbelthiere, und das Blut der *Venae renales advehentes* bei den Fischen und Amphibien hat zum zweiten Mal den Widerstand der feinen Canäle eines Capillargefässsystems zu überwinden, ehe es wieder zum Herzen gelangt. Bei den Larven der Salamander kann man den Blutlauf in der Leber mit einem einfachen Mikroskope bei Beleuchtung von oben betrachten. J. Mueller in Meckel's *Archiv* 1828. Siehe die Abbildung in meiner Schrift *de gland. penit. struct. tab.* 10. *fig.* 10. Es ist kein Unterschied in der Farbe des Blutes in der Hohlvene, in der Pfortader, in den Lebervenen zu bemerken.

Nach der allgemeinen Beschreibung des Kreislaufes ist jetzt die Geschwindigkeit des Kreislaufes zu untersuchen und auszumitteln, in wie viel Zeit das Blut den ganzen Circuitus vollendet. Von der Geschwindigkeit des ausfliessenden Blutes kann man nicht auf die Geschwindigkeit in den Gefässen schliessen. Der Ausfluss erfolgt unter dem ganzen Drucke, dem das Blut in den Gefässen ausgesetzt ist. In den Gefässen kann jede neue Blutmasse nur durch Weiterrücken der übrigen Masse fortgeschoben werden, und es muss der Widerstand der Reibung in den engeren Gefässen überwunden werden.

Ueber die Zeit, in welcher der Kreislauf des Blutes vollendet ist, sind sehr dankenswerthe Untersuchungen von Hering (*Zeitschrift für Physiologie.* 3. *p.* 85.) vorhanden. Aus 18 Versuchen an Pferden hat Hering folgende Resultate erhalten: Die Zeit, welche eine dem Blute unmittelbar beigemischte verschieden starke Auflösung von blausaurem Eisenoxydulkali brauchte, um von der einen Jugularvene eines Pferdes durch das rechte Herz, den kleinen Kreislauf, durch das linke Herz, den grossen Kreislauf bis in die entgegengesetzte Jugularvene zu kommen, ist zwischen 20 und 25, und zwischen 25 und 30 Sekunden; von der Jugularvene bis zur *Vena saphena magna* nur 20 Sekunden, von der *Vena jugul.* bis in die *Arteria masseterica* zwischen 15 und 30 Sekunden, bis in die *Art. maxill. externa* einmal zwischen 10 — 15 Sekunden, ein andermal zwischen 20 und 25 Sekunden, von der *Vena jugul.* bis in die *Art. metatarsi* zwischen 20 und 25 Sekunden, 25 und 30 Sekunden, und einmal mehr als 40 Sekunden. Das Resultat war ziemlich gleich bei verschiedener Häufigkeit des Herzschlages. Man kann die Schnelligkeit des Kreislaufs auch aus der Capacität der Herzkammern und der Blutmenge berechnen. Die Thatsachen über die Blutmenge des Menschen hat Burdach zusammengestellt. *Physiol.* 4. 101. 253. Vergl. Herbst *de sang. quantitate. Gött.* 1822. Nach Wrisberg hatte eine Frau durch tödtlichen Mutterblutsturz 26 Pfund Blut verloren, und bei der Enthauptung einer Vollblütigen sammelte man 24 Pfund Blut. Wenn man an-

nimmt, dass 2 oder 3 Unzen Blut bei jedem Herzschlage des Menschen weiter gefördert werden, so dauert der Umlauf bei 25 Pfund (bürgerl. Gewicht) Blut 200 oder 133 Herzschläge. Hiernach kann man daher annehmen, dass der Blutumlauf beim Menschen in 133—200 Herzschlägen vollendet ist. Das Resultat aus den Versuchen von Hering ist jedoch viel sicherer.

Die Zeit, in welcher das Blut den Weg von der einen zur andern Herzhälfte, oder die Hälfte des Kreislaufes zurücklegt, ist für verschiedene Organe sehr verschieden. Das Blut, das von dem linken Herzen durch die *Vasa coronaria cordis* zum rechten Herzen gelangt, braucht einen ausserordentlich viel kürzeren Zeitraum zu dieser Bahn, als das Blut, welches vom linken Herzen dem Fusse zuströmt und zum rechten Herzen zurückkehrt, und so bildet die Circulation vom linken Herzen zum rechten unendlich viele verschieden grosse Bogen, wovon der kleinste der durch die Kranzgefässe oder ernährenden Gefässe des Herzens selbst ist. Der Weg vom rechten Herzen durch die Lungen zum linken Herzen ist kürzer als die meisten dieser Bogen im grossen Kreislaufe, und das Blut legt diesen Weg *ceteris paribus* viel schneller zurück als in den meisten Gefässen, welche zum grossen Kreislaufe gehören.

Obgleich die Menge Blut, welche im grossen Kreislaufe in jedem Augenblicke enthalten ist, wegen der grössern Bahn ausserordentlich viel grösser ist, als die Menge innerhalb des kleinen Kreislaufes, so fliesst doch an einer gedachten Stelle der *Arteria pulmonalis* in einem Zeitraume eben so viel Blut vorbei, als an einer gedachten Stelle der Aorta; denn es kann an jedem Orte der Hauptstämme der in sich verschlossenen Bahn nur so viel Blut abfliessen, als an einer andern Stelle zuströmt. (Dagegen kann die Circulation in den kleineren Gefässen sehr variiren.)

Endlich ist zu bemerken, dass die Geschwindigkeit des Blutes in den kleinen Aesten kleiner seyn muss, als in den Stämmen der Gefässe überhaupt, weil die Capacität der Aeste eines Stammes zusammengenommen grösser ist, als die Area des Stammes. Denkt man sich aber alle Aeste eines Organes vereinigt, und den Kreislauf als eine in sich zurückkehrende Bahn dieses Blutstroms, so geht an allen Stellen dieser Bahn in gleicher Zeit gleichviel Blut vorüber, während die Theilchen derselben Masse sich schneller bewegen müssen, wenn die Röhren eng werden, langsamer in weiten Röhren, so dass dort bei langsamer Bewegung der Theilchen in weiteren, hier bei schnellerer Bewegung in engeren Röhren, doch überall dieselbe Masse Blut in gleich viel Zeit an allen Stellen der Blutbahn weiter gefördert wird.

III. Capitel. Vom Herzen als Ursache des Kreislaufs.

Das Herz zieht sich auf mechanische oder galvanische Irritation gleich den anderen muskulösen Theilen zusammen. Soem-

MERRING, BEHRENDS, BICHAT haben den Einfluss des Galvanismus auf das Herz geläugnet, allein ich habe häufig HUMBOLDT's und FOWLER's Versuche bestätigt gefunden, und sowohl bei Fröschen als beim Hunde, bei denen die Zusammenziehungen des Herzens aufgehört hatten, durch ein einfaches Plattenpaar oder durch eine schwache galvanische Säule die Zusammenziehungen erregt. Das Herz unterscheidet sich aber mit den nur unwillkührlich beweglichen Theilen, Darmkanal etc., von den übrigen Muskeln, dass der Reiz nicht eine momentane Zuckung, sondern anhaltend eine Reihe rhythmischer Bewegungen erregt, wie sie den meisten unwillkührlich beweglichen Theilen eigen sind.

Dass diese Contractionen rhythmisch sind, hat man sich daraus erklärt, dass das Herz durch die Contraction den Reiz, nämlich das Blut, nach der einen Seite entfernt, während diese Ortsveränderung des Blutes wieder die Ursache ist, dass von Seiten der Venen das Herz wieder mit Blut gefüllt wird. Auch liesse sich hiernach einsehen, wie die Contractionen der Vorkammern und Kammern alterniren, da die eine Höhle durch ihre Contraction die Ursache wird, dass die andere Höhle sich wieder anfüllt.

So nothwendig eine gewisse Blutmenge, und eine gewisse Anfüllung der Herzhöhlen zur Unterhaltung der Thätigkeit des Herzens ist, und so gewiss jede mechanische Ausdehnung des Herzens von innen Zusammenziehung in ihm hervorrufen muss, so ist der Reiz des Blutes in den Herzhöhlen doch nicht die Ursache des Rhythmus in den Zusammenziehungen des Herzens. Denn auch das blutleere Herz setzt seine Contractionen noch schwächer fort. Die Ursache muss also viel tiefer in der Wechselwirkung der Herznerven und der Herzsubstanz liegen. Wir kommen darauf in der Lehre von den unwillkührlichen Bewegungen zurück.

1) *Abhängigkeit des Herzens vom Athmen.* Sobald die chemischen Veränderungen des Blutes in den Lungen aufhören, durch Verletzungen der Nerven, welche die Athembewegungen aufheben, oder durch mechanische Hindernisse des Athmens oder irrespirable Luftarten, wird die Lebensthätigkeit aller Organe geschwächt, und bei den höheren Thieren sogar schnell aufgehoben. Obgleich dann, wie BICHAT und EMMERT (REIL's *Archiv* 5. 401.) gezeigt haben, die Bewegung des dunkelroth gewordenen Blutes der Arterien nicht sogleich aufhört, und, obgleich das Herz nach dem scheinbaren allgemeinen Tode selbst bei warmblütigen Thieren noch über $\frac{1}{2}$ Stunde in einzelnen Fällen schwach und langsam zu schlagen fortfährt, so wird es doch durch Hinderniss des Athmens wenigstens so sehr in seiner Wirkung geschwächt, dass der Kreislauf schon bald nicht mehr unterhalten werden kann; dagegen sich bei allen Thieren, deren Athembewegungen durch Verletzungen des Gehirns, besonders der *Medulla oblongata*, oder durch Vergiftung aufgehoben sind, durch künstlich unterhaltenes Athmen mit Lufteinblasen und Ausdrücken, der Kreislauf viel länger unterhalten lässt. Bei einem nach Unterbindung der Halsgefässe geköpften Hunde sah BRODIE unter künstlichem Athmen

das Herz noch $2\frac{1}{2}$ Stunden 35mal, und bei einem andern noch $1\frac{1}{2}$ Stunden 30mal in der Minute schlagen. (Reil's *Archiv* 12. 140.) Bei den kaltblütigen Thieren ist dieser Einfluss des Athmens oder des hellrothen Blutes auf das Herz viel geringer, denn ich habe Frösche, denen ich die Lungen unterbunden und abgeschnitten hatte, noch 30 Stunden bei andauernder Thätigkeit des Herzens fortleben sehen. Denn Frösche leben, wenn sie weder mit den Lungen, noch mit der Haut athmen können, in reinem Wasserstoffgas doch noch über 12 Stunden, wie ich selbst sah. Nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks hören die Contractionen des Herzens bei Fröschen schon nach 6 Stunden auf. Die Wirkung der Nerven auf das Herz ist daher viel unmittelbarer als der Einfluss des hellrothen Blutes. Es könnte sogar die endliche Unterbrechung der Herzthätigkeit nach Unterbrechung des Athmens grossentheils auch von der Veränderung des Nervensystems herrühren, die erfolgt, wenn es kein hellrothes Blut mehr empfängt.

Goodwyn hat die Schwächung des Kreislaufes nach Unterbrechung des Athmens bei den höheren Thieren davon abgeleitet, dass der linke Ventrikel kein hellrothes Blut mehr erhalte, und vorausgesetzt, dass zur Thätigkeit des linken Herzens dieser Einfluss durchaus nothwendig sey. Bichat (*rech. sur la vie et la mort*) hat dagegen die richtige Ansicht festgehalten, dass beide Herzhöhlen keine specifische Reizbarkeit für verschiedene Blutarten haben, und gleich reizbar für das ihnen durch die Kranzarterien zugeführte hellrothe Blut sind. Beim Fötus, wo die Vorhöfe durch das *Foramen ovale* communiciren, und überhaupt kein Athmen in den Lungen, sondern nur eine gewisse Veränderung des Blutes in der Placenta bewirkt wird, enthalten beide Herzhälften einerlei Blut.

2) *Abhängigkeit des Herzens von den Nerven.* Obgleich die Veränderung des Herzschlages in den Leidenschaften und anderen Veränderungen des Nervensystems augenscheinlich ist, so haben doch einige Physiologen, Haller an ihrer Spitze, die Unabhängigkeit der Herzbewegung von dem Einfluss der Nerven behauptet, weil das ausgeschnittene Herz sich zusammen zu ziehen fortfährt, weil die Reizung der Herznerven nicht jene Convulsionen erzeugt, die die Reizung der Nerven in den übrigen Muskeln hervorruft.

Soemmering und Behrends in ihrer Arbeit *über die Herznerven* 1792. suchten zu beweisen, dass die Herzsubstanz gar keine Nerven erhalte, und dass alle Fäden der Herznerven in der Substanz des Herzens nur den Häuten der Herzgefässe angehören. Hierdurch schien Haller's Lehre von der Zusammenziehungskraft der Muskeln bestätigt zu werden, dass nämlich die Muskeln durch sich selbst und nicht durch ihre Wechselwirkung mit den Nerven Bewegkraft besitzen, dass die Nerven gleich wie die äusseren, (mechanischen, elektrischen, chemischen) Reize Bewegungen der Muskeln veranlassen. Allein Scarpa zeigte, dass die Herznerven allerdings auch sehr zahlreich in dem Muskelfleische des Herzens

sich verbreiten. Humboldt hat durch Galvanisiren der *Nervi cardiaci* bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen. *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* 1. 342. Burdach sah Verstärkung des Herzschlages eines getödteten Kaninchens, als er das Halsstück des sympathischen Nerven oder das untere Halsganglion armirte. *Physiol.* 4. 464. Solche Versuche über die motorische Kraft von Nerven sind bloss beweisend, wenn die Nerven allein armirt werden, und wenn die galvanische Action sehr schwach ist. Starke Entladungen werden hierbei von jeder Stelle aus durch feuchte Leiter, und so durch Nerven, zum Herzen selbst bloss durchgeleitet. Die Versuche von Burdach, in welchen er bei einem getödteten Kaninchen durch Betupfen des sympath. Nerven mit caust. Kali oder ätzendem Ammonium den Herzschlag wieder beschleunigte, sind daher um so interessanter, besonders auch, da bei einem getödteten Kaninchen keine schmerzhaften Empfindungen mehr einwirken, und den Herzschlag verändern können. Die Versuche, welche Brachet (*rech. sur le syst. ganglionaire*) und Andere über Reizung der Nerven an lebendigen Thieren angestellt haben, können in Hinsicht des Herzens gar nichts erweisen, da der Herzschlag so sehr bei schmerzhaften Empfindungen sich ändert.

Endlich unterscheidet sich das Herz wieder von anderen Muskeln, dass es ausgeschnitten und leer, besonders bei kaltblütigen Thieren, auch ohne Reiz sich zusammen zu ziehen fortfährt, dass es hierbei selbst die regelmässige Aufeinanderfolge in den Abtheilungen des Herzens beobachtet, Verhältnisse, die man nicht anders als aus einem specifischen Einflusse der noch übrigen Nerven in der Substanz des ausgeschnittenen leeren Herzens erklären kann, welcher somit die letzte Ursache der Contractionen des Herzens zu seyn scheint.

Auf der andern Seite liegen Thatsachen vor, dass Unterbrechung des Zusammenhanges der Herznerven auf die Dauer die Wirksamkeit des Herzens aufhebt. Von grossem Interesse ist in dieser Hinsicht der von Heine (Muell. *Arch.* 1841. 234.) beschriebene Fall von einem Menschen, dessen Herzschlag zuweilen 4—6 Schläge aussetzte, und bei dem die Section einen haselnussgrossen Knoten im Verlaufe des *Nervus cardiacus magnus* nachwies.

Ob dieser Einfluss unmittelbar von den Herznerven und ihren Quellen, dem *Nervus sympathicus* ausgehe, oder ob das Gehirn und Rückenmark diese Nerven mit derjenigen Kraft versehen, wodurch sie die Bewegungskraft des Herzens erhalten, ist eine andere Frage. Diese Frage wurde vorzüglich durch Bichat in Anregung gebracht. Bichat trennte genauer die Functionen der physiologisch verschiedenen Nervenstämme, der Cerebro-Spinal-Nerven und des *Nervus sympathicus*. Die Nerven des Gehirns und Rückenmarkes, welche willkührliche Bewegungen veranlassen können, wenn sie sich in Muskeln verbreiten, sind in einer grossen Abhängigkeit von diesen Organen; die Unterbrechung ihres Zusammenhanges mit dem Gehirn oder Rückenmarke hebt ihren

Einfluss zur Erregung willkührlicher Bewegungen auf. Die Nerven des Rückenmarkes sind eben so gelähmt, wenn die Leitung zwischen ihnen und dem Gehirn durch Verletzung des Rückenmarkes aufgehoben ist, obgleich ein vom Gehirn oder Rücken-Marke getrennter Nerve bei mechanischer oher galvanischer Reizung noch unwillkührliche Bewegung des mit ihm verbundenen Muskels bewirkt. Die von dem *Nervus sympathicus* versehenen Theile, Herz, Darmkanal, Uterus etc., haben dagegen nur unwillkührliche Bewegungen. Bichat nannte das System der Cerebro-Spinalnerven das *animalische*, das System des *Nervus sympathicus* das *organische* Nervensystem, und schrieb dem letztern eine gewisse Unabhängigkeit vom Gehirn und Rückenmark zu, und betrachtete die Ganglien und Geflechte des *N. sympathicus* als dessen Centraltheile.

Nach der Unterscheidung der Nervenwurzeln in motorische und sensorielle durch C. Bell hat Scarpa zu zeigen gesucht, dass der *Nervus sympathicus* bloss mit den hinteren oder sensoriellen Wurzeln der Spinalnerven, nicht aber mit den vorderen oder motorischen in Verbindung stehe, und dass also der *Nervus sympathicus* weder vom Rückenmarke aus zur Erregung des Herzens bestimmt werden könne, noch selbst motorische Kraft besitze. Scarpa *de gangliis nervorum deque origine et essentia n. intercostalis ad* E. H. Weber. *Annal. univers. d. medicina. Magg. e Giugn.* 1831. Wutzer's und meine eigenen Untersuchungen, so wie die von Retzius und Mayer, haben indess gezeigt, dass Scarpa's spätere Ansicht unrichtig ist, und dass die *Rami communicantes inter n. sympathicum et nervos spinales*, sowohl von der vordern motorischen, als von der hintern sensibeln Wurzel der Spinalnerven ihre Fäden erhalten. Siehe Meckel's *Archiv* 1831. 1. *p.* 85. u. 260.

Mit der Untersuchung des Einflusses des Rückenmarkes und Gehirns auf die Bewegungen des Herzens haben sich auf experimentellem Wege besonders Legallois, Philip, Treviranus, Nasse, Wedemeyer, Clift und Flourens beschäftigt.

Legallois (*exp. sur le principe de la vie. Paris* 1812.) behauptete, dass der Grund der Herzthätigkeit nur in dem Rückenmarke gelegen sey.

Zerstöre man bei einem Thiere den Cervicaltheil des Rükkenmarkes und die *Medulla oblongata*, so höre das Athmen wegen der Zerstörung der Quelle der Athemnerven, nämlich der *Medulla oblongata* und des Rückenmarkes, auf. Der Herzschlag dauere schwächer noch fort, ohne längere Zeit den Blutlauf unterhalten zu können, und die zur Unterhaltung der Circulation nöthige Stärke der Herzbewegung lasse sich durch künstliche Respiration nicht erwecken. Der Kreislauf des Blutes höre auch auf, wenn man nur den untern Theil des Rückenmarkes vernichtet. Auch dann werde er durch künstliche Respiration nicht wieder erregt.

Aus diesen Versuchen schloss Legallois, dass der Nerveneinfluss auf die Herzthätigkeit nicht von einem bestimmten Theile des Rückenmarkes, sondern von dem ganzen Rückenmarke aus-

gehe. Wenn diess wahr ist, schloss Legallois, so wird nach Zerstörung eines Theiles des Rückenmarkes die Nervenkraft des unversehrten Theiles nicht mehr hinreichen, das Herz zur Bewegung der ganzen Masse des Blutes zu erregen. Allerdings wird sie aber hinreichen, bei künstlichem Athmen das Blut durch einen Theil des Gefässsystems zu treiben. Legallois schloss weiter, dass, wenn man nach partieller Zerstörung des Rückenmarkes den Weg des Blutes durch das ganze Gefässsystem, durch Unterbindung einzelner Gefässe einschränke, der Blutlauf in diesen eingeschränkten Theilen noch unterhalten werden könne. Und lege man die Ligatur immer näher dem Herzen an, so würde man einen immer grössern Theil des Rückenmarkes ohne Unterbrechung des Kreislaufes zerstören können. Legallois unterband an Kaninchen die Aorta in der Gegend der Lendenwirbel, und zerstörte das Lendenmark. In anderen Fällen schnitt er den Kopf ab, als er die Carotiden und Jugularvenen unterbunden, und zerstörte das Halsmark, indem er den Blutlauf durch die künstliche Respiration unterstützte, und in noch grausameren Versuchen nahm er die ganze untere Hälfte des Körpers weg, nachdem er die grossen Gefässe unterbunden. In allen Fällen dauerte der Kreislauf zwischen dem Herzen und den Ligaturen längere und kürzere Zeit fort, und in manchen Fällen, nach Legallois Aussage, noch länger als $\frac{3}{4}$ Stunden.

Daher schloss Legallois, dass der *Nervus sympathicus* nicht unabhängig sey, dass er nicht bloss mit dem Rückenmarke zusammenhänge, sondern von ihm entspringe, und dass es der eigenthümliche Charakter dieses Nerven sey, alle Theile, in welchen er sich verbreitet, unter den Einfluss der motorischen Kraft des ganzen Rückenmarkes zu setzen. Das berichterstattende Comité glaubte, dass diese Versuche alle Schwierigkeiten lösen, die sich früher über die Bewegungen des Herzens erhoben haben, wie namentlich, warum das Herz dem Einflusse der Leidenschaften unterworfen sey, warum es nicht dem Willen gehorche, warum die Circulation in den hirnlosen Missgeburten oder Acephalen bis zur Geburt fortdauere.

Dass indessen Legallois Versuche nicht das ganze Verhältniss zwischen Gehirn, Rückenmark und dem sympathischen Nerven aufgeklärt haben, ist durch Wilson Philip's Versuche gezeigt worden. *Untersuchungen über die Gesetze der Functionen des Lebens. Stuttg.* 1822. Wird ein Thier durch einen Schlag auf den Hinterkopf der willkührlichen Bewegung und der Empfindung beraubt, so hört die Respiration auf, die Herzbewegung dauert aber noch fort, und kann durch künstliche Respiration noch lange unterhalten werden. Wird nun das Rückenmark und Gehirn ganz entfernt durch Ausschneiden, so schlägt das Herz dennoch fort, aber schwächer als gewöhnlich. Auch wenn das Rückenmark und Gehirn mit einem heissen Stabe zerstört wird, dauert in der Regel die Bewegung des Herzens fort. Philip schliesst hieraus das Gegentheil der Resultate von Legallois, nämlich, dass die Thätigkeit des Herzens dem innern Grunde nach unabhängig sey vom Gehirn und Rückenmark. Aber beide Organe, Gehirn

und Rückenmark haben gleichwohl nach PHILIP's Versuchen einen grossen Einfluss auf die sympathischen Affectionen des sympathischen Nerven und des Herzens.

PHILIP hat auch gezeigt, dass der Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes auf den *N. sympathicus* und die Eingeweide sich ganz verschieden zeigt nach der Art der Verletzung. Wird das Gehirn zerstört durch Ausschneiden einzelner Theile, oder das ganze Gehirn entfernt, wird das Rückenmark mit einem heissen Stabe langsam zerstört, so schlägt das Herz nach wie vor noch geraume Zeit schwächer; allein die Herzthätigkeit ist gebrochen, wenn die Zerstörung schnell und wie zerschmetternd geschieht. So wenn das Gehirn eines lebenden Frosches mit einem Hammer zerschmettert wird, so reagirt das Herz nur schwach und langsam mehr, es liegt halbe Minuten still. Wird nun das Rückenmark schnell und gewaltsam zerstört, so ist die Bewegung wieder für eine Zeitlang erloschen. Nachher sammelt sich die Contractionskraft wieder. CLIFT sah das Herz der Karpfen nach Zerstörung des Rückenmarkes noch 11 Stunden schlagen.

FLOURENS schliesst nach seinen Versuchen an Fischen, dass die Thätigkeit des Herzens nur vom Athmen abhänge, und dass sie aufhöre durch Aufhebung der Athembewegungen bei Verletzung der *Medulla oblongata*, von welcher die Athembewegungen abhängen, dass bei Fischen, deren Athembewegungen allein von der *Medulla oblongata* abhängen, und nach Verletzung des Rükkenmarkes deswegen fortdauern können, auch der Kreislauf deshalb fortdauere. Dagegen hat MARSHALL HALL (*an essay on the circulation. Lond.* 1831.) bei Fischen auch nach Zerstörung der *Medulla oblongata* den Kreislauf sehr lange fortdauern gesehen. MARSHALL HALL lässt indess das Herz immer in einer bedingten Abhängigkeit vom Rückenmarke und Gehirn seyn. Vergl. TREVIRANUS *Biol.* 4. 644., CLIFT *Phil. Trans.* 1815., WEDEMEYER *Physiol. Unters. über das Nervensystem und die Respiration. Hannov.* 1817. NASSE in HORN's *Arch.* 1817. 189. FLOURENS *Versuche über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1824. Eine ausführliche Prüfung von LEGALLOIS Versuchen, und eine lichtvolle Darstellung der ganzen Streitfrage hat NASSE gegeben. NASSE *Untersuch. zur Lebensnaturlehre. Halle* 1818. Vergl. LUND *Physiol. Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenh.* 1825. 162.

Fasst man die Resultate von LEGALLOIS, WILSON u. A. mit den schon bekannten Thatsachen zusammen, dass das ausgeschnittene Herz, besonders bei Amphibien und Fischen noch lange fortschlägt, dass deprimirende Affectionen des Nervensystemes die Kraft des Herzschlages schwächen, und dass mit der nervösen Ohnmacht auch Schwächung des Kreislaufes verbunden ist, so folgt:

1) Dass Gehirn und Rückenmark einen grossen Einfluss auf die Bewegung des Herzens haben, dessen Bewegungen beschleunigen, verlangsamen, schwächen und verstärken können.

2) Dass die Herzbewegung aber nach der einfachen Trennung des Rückenmarkes und Gehirns vom Körper noch eine Zeitlang fortdauert (nach FLOURENS bei Kaninchen mit Pulsation der

Carotiden unter künstlicher Respiration über eine Stunde), dass die Herzbewegungen aber viel schwächer sind, und der Kreislauf nicht vollständig längere Zeit unterhalten wird.

3) Dass die Bewegung des Herzens auch beim Herausschneiden des Herzens, also bei der Trennung desselben von dem grössten Theile des *N. sympathicus* nicht sogleich aufhört.

Rückenmark und Gehirn stehen nicht zu dem Herzen in einem solchen Verhältnisse, dass die Entfernung der ersteren gerade das Princip der Bewegungen in dem Herzen aufhebt; die Herznerven können noch einen Theil des belebenden Einflusses enthalten, selbst derjenige Theil derselben, der noch in einem ausgeschnittenen Herzen enthalten ist. Aber Gehirn und Rückenmark müssen gleichwohl als eine Hauptquelle des Nerveneinflusses überhaupt angesehen werden; ihre Vernichtung schwächt das Herz in hohem Grade, so dass es zwar noch lange sich bewegt, aber nicht mit der zur Unterhaltung des Kreislaufes nothwendigen vollständigen Kraft. Wenn es ein Mittel giebt, den Grad dieser Abhängigkeit zu messen, so ist es das von Nasse angewendete. Er mass die Höhe des Blutstromes aus einer durchschnittenen Arterie im normalen Zustande, zerstörte hierauf das Rückenmark oder einzelne Theile desselben, und fand nun, dass der Blutstrom nach einigen Minuten in einem der Verletzung angemessenen Grade abgenommen hatte.

Eine noch grössere Unabhängigkeit vom Gehirn und Rückenmarke scheint die Blutbewegung bei hirn- und rückenmarklosen Missgeburten zu haben. Bei den hemicephalen Missgeburten wird das Gehirn meist durch Gehirnwassersucht zerstört, und dieselbe Krankheit kann auch das Rückenmark zerstören. Siehe Eschricht in Muell. *Arch.* 1834. 268.

Die beständige Quelle der Zusammenziehung des Herzens ist daher *primo loco* die motorische Kraft des *Nervus sympathicus*. Aber die Ursache für die Erhaltung der letztern, und ihre Erregung ist das Gehirn und Rückenmark, und diese können wieder von allen Organen aus bestimmt werden. Hierdurch wird es möglich, dass eine örtliche Krankheit kranke Gemeingefühle im ganzen Körper erregt, und jede heftige örtliche Krankheit den Herzschlag und den Puls verändert.

Das Herz kann vom Rückenmarke aus auf doppelte Art in seiner Thätigkeit bestimmt werden, einmal in Folge von Empfindungen, zweitens unmittelbar. Empfindungen können von allen Spinalnerven aus das Rückenmark, und von dort aus wieder die motorischen vom Rückenmark kommenden Fasern erregen und in diesem Sinne ist es richtig, dass alle Theile des Rückenmarkes auf das Herz zu wirken vermögen. Was aber die unmittelbaren vom Rückenmarke ausgehenden motorischen Einflüsse betrifft, so scheint es hat das Herz sowohl sein bestimmtes Verhältniss zu bestimmten Theilen des Rückenmarks, wie jedes andere Organ, durch Nerven, die von dieser Stelle entspringen. Nach Valentin's Versuchen (*de functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici. Bernae* 1839.) wirkt der Nervus accessorius und die oberen Halsnerven, nämlich ihre vorderen Wurzeln auf die Herzbewegung.

Nach Budge (*Untersuchungen über das Nervensystem. Frankf.* 1841.) ist der obere Theil des Rückenmarks die Quelle der motorischen Einflüsse auf das Herz, vom 4. bis 3. Halswirbel an, bis hinauf zum Ende der *Medulla oblongata* und zwar der nächst der Mittellinie liegende Theil der vordern Stränge, dessen Reizung durch Nadeln bei eben gestorbenen Thieren die Herzbewegung auffallend vermehren soll. Dagegen behauptet Budge, dass an jener Grenze der Einfluss aufhöre, und dass keine Reizung irgend eines andern Gehirntheils mehr Bewegung des Herzens hervorrufen kann, wenn keine Empfindung mehr besteht.

Die Herznerven, welche diese Einflüsse leiten, kommen theils vom Vagus, in welchen sich der Accessorius einmischt, theils von den Halsganglien und den ersten Brustganglien des Sympathicus, der seine Quellen wieder aus Spinalnerven zieht. Der Stamm des Nervus sympathicus am Halse hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Thätigkeit des Herzens. In 13 Versuchen von Pommer hatte die Durchschneidung des Sympathicus am Halse überhaupt gar keine erheblichen Folgen. v. Pommer's *Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Heilbronn* 1831.

IV. Capitel. Von den einzelnen Theilen des Gefässsystems.

a. Von den Arterien.

In den Arterien fliesst das Blut continuirlich, aber bei jedem Herzschlag mit verstärkter Geschwindigkeit. Man sieht diess bei mikroskopischer Beobachtung des Kreislaufs und auch bei angeschnittenen Arterien. Die Schnelligkeit der Bewegung müsste sich im ganzen Arteriensystem gleich bleiben, wenn die Blutbahn eine gleiche Dimension behielte. Da aber die Durchschnitte der Aeste grösser als der Durchschnitt des Stamms sind, so muss die Bewegung in der Richtung gegen die Verzweigung an Schnelligkeit abnehmen, weil eine engere Röhre bei gleicher Kraft schneller von derselben Masse durchströmt wird, als eine weitere Röhre, welche in kurzen Abschnitten so viel enthält, als eine engere Röhre in längeren Abschnitten.

Ehemals glaubte man, dass die stumpfen und spitzen Winkel, unter welchen die Aeste von den Gefässen abgeben, einen Einfluss auf die Geschwindigkeit haben, indem die stumpfen Winkel die Bewegung mehr hemmen. In geschlossenen Röhren befindet sich aber eine, in denselben fortgetriebene Flüssigkeit überall unter gleichem Druck und strebt mit gleicher Kraft nach allen Richtungen hin.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Bewegung der Flüssigkeit hat dagegen die Reibung und Adhäsion derselben an den Wänden. Dieser Einfluss ist so gross, dass das Blut in der Mitte der Arterie viel schneller fliesst als an den Wänden, wie man in den kleineren

Arterien unter dem Mikroskope sehen kann. Beim Frosch sieht man die Blutkörperchen im mittlern grössern Theil des Gefässes rasch fortströmen, dagegen sieht man die kleineren Lymphkörnchen des Blutes viel langsamer an den Wänden hingehen. Ascherson in Muell. *Arch.* 1837. 452., womit E. H. Weber's neuere Beobachtungen übereinstimmen. Muell. *Arch.* 1838. 450.

Elasticität der Arterien.

Die Arterien besitzen einen ausserordentlichen Grad von Elasticität, den sie auch im gekochten Zustande, Jahrelang in Weingeist aufbewahrt behalten. Diese Eigenschaft rührt von einer dicken Schichte elastischer ringförmiger Faserbündel her, welche zunächst unter der äussern Zellgewebeschichte ihren Sitz haben und mit dem gelben elastischen Gewebe anderer Theile in allen Beziehungen übereinkommen. Diese Schichte ist von der Muskelsubstanz durchaus verschieden, wie Berzelius gezeigt hat.

Die Muskelsubstanz ist weich und schlaff, und enthält mehr als $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes Wasser. Die Arterienfaser ist trocken und sehr elastisch. Muskelsubstanz verhält sich chemisch wie Faserstoff des Blutes, ist auflöslich in Essigsäure, schwer löslich in Mineralsäuren, mit denen sie schwer auflösliche Verbindungen bildet. Die Arterienfaser ist unauflöslich in Essigsäure, aber leicht auflöslich in Mineralsäure, und diese Auflösung wird weder von Alkali noch von Cyaneisenkalium gefällt, was geschehen müsste, wenn sie Faserstoff enthielte. Diese Kenntniss ist wichtig für die Untersuchung der Bewegung des Blutes in den Arterien.

Mikroskopisch characterisirt sich das elastische Gewebe hier und an anderen Orten nach den Beobachtungen von Lauth, Schwann und Eulenburg durch Fasern von verschiedener Dicke, die deutliche Aeste abgeben und eine scharfe dunkele Contur haben. Das elastische Gewebe ist jedoch nicht immer so gebildet. Unter den Fischen bei den Cyclostomen finde ich in der elastischen Schichte der Arterien nur Faserbündel von parallelen überall gleichen Fasern ohne Aeste, durchaus gleich den Zellgewebefasern, von denen sie sich nur durch ihre gelbe Farbe unterscheiden.

Das elastische Gewebe ist nicht ganz allein auf die elastische Schichte der Arterien beschränkt. Schwann beobachtete auch in der äussern Zellgewebeschicht einzelne elastische Fasern, und ebenso kommen nach Henle vereinzelte in der nächstfolgenden dritten Schichte vor, von welcher ausführlich bei dem Tonus der Arterien gehandelt werden soll.

Die Venen besitzen nur wenige elastische Fasern. Die *Vena cruralis* des Ochsen besitzt nach Schwann eine mittlere dicke Schichte von queerlaufenden Fasern, die aber Zellgewebefasern sind, und eine innerste äusserst dünne Schichte aus längslaufenden elastischen Fasern. Siehe Schwann im *encyclop. Wörterb. d. med. Wissensch., Artikel Gefässe,* und Eulenburg *de tela elastica. Berol.* 1836.

Das in den Arterien enthaltene Blut steht momentan unter dem Drucke des Herzens und perennirend unter dem Drucke der

elastischen Haut der Arterien. Wären die Arterien unelastische Röhren, so würde das Blut in ihnen nur stossweise weiter rücken, nämlich demjenigen Blute Platz machen, welches bei jeder Zusammenziehung der Kammer in die Aorta gepresst wird. Die elastische Haut der Arterien bewirkt aber, dass das Blut auch in der Zwischenzeit zwichen den Herzschlägen sich bewegt, indem die Blutmasse in den Pausen der Herzschläge unter dem ganzen Druck der elastischen Haut des Arteriensystems steht. Daher fliesst das Blut in den Arterien, wie man sowohl unter dem Mikroskop, als bei verletzten Arterien sieht, continuirlich, aber stossweise schneller. Siehe E. H. Weber *adnot. anat. et physiol. prolus. I. Anatomie* 3. *p.* 69.

Weber bemerkt, dass das Herz einige Aehnlichkeit mit den Feuerspritzen habe, dass aus ihm die Flüssigkeit durch periodisch wiederholte Stösse ausgetrieben wird. Der Zweck beider Instrumente erfordert es aber, dass die Flüssigkeit ununterbrochen ausströme, diess ist in beiden dadurch bewirkt, dass bei jedem Drucke dieser Pumpenwerke nicht nur die Flüssigkeit fortgestossen, sondern auch ein elastischer Körper gespannt wird, welcher auf die Flüssigkeit zu drücken und sie auszutreiben fortfährt, während das Pumpenwerk selbst nicht drückt. Was bei den Arterien die elastische Wand derselben, leistet bei den Feuerspritzen die in ihrem Windkessel über dem Wasser befindliche Luft. Es ist eben so mit dem Regulator der Gebläse. Bei Verknöcherung der Arterien verliert sich diese Elasticität, daher die Anlage zu Schlagfluss, Gangrän etc.

Durch ihre Elasticität besitzen die Arterien ferner die Fähigkeit, um so enger zu werden, je weniger sie Blut enthalten. Wenn eine Arterie durchschnitten ist, so wird der Blutstrom allmählig immer kleiner. Bei einem Pferde, das Hunter zu Tode bluten liess, fand er, dass die Aorta um mehr als $\frac{1}{10}$, die Iliaca $\frac{1}{6}$, die Cruralis $\frac{1}{3}$ sich im Durchmesser verengerten, und dass Arterien von der Dicke der *Art. radialis* im Menschen bis zum Schliessen sich verengten. Abernethy *physiol. lect.* 224. Je stärker die Kraft des Herzschlages ist, um so mehr werden die Arterien ausgedehnt, und um so mehr Blut ist in ihnen im Verhältniss zu den Venen enthalten; je schwächer der Herzschlag ist, um so mehr kann die Elasticität der Arterien dem Antriebe des Blutes das Gleichgewicht halten, um so enger sind die Arterien und um so weniger Blut enthalten sie im Verhältniss zu den Venen. Diese Folge tritt vor dem Tode ein, daher zum Theil die Blutleere der Arterien nach dem Tode; sie sind eigentlich grossentheils nicht ganz leer, sondern viele enthalten so viel Blut, als sie im verengtesten Zustande zu fassen vermögen.

Bestimmung des Drucks, unter welchem das Blut in den Arterien steht.

Die Stärke des Drucks, unter welchem das Blut in den Arterien steht, wird bestimmt aus der Höhe, bis zu welcher es in einer Röhre steigt, die mit einer Arterie verbunden worden, oder aus der Höhe einer Blutsäule oder Quecksilbersäule, welche diesem

Druck das Gleichgewicht hält. Hales hatte sich bereits mit dieser Aufgabe beschäftigt. Hales *Haemastatik. Statik des Geblüts. Halle* 1748. Er beobachtete, dass das Blut aus der *Art. cruralis* des Pferdes in einer Röhre 8—9 Fuss, aus der *Art. temporalis* des Schafes 6½, bei Hunden 4—6 Fuss stieg, während es aus der *Vena jug.* des Pferdes nur 12—21 Zoll, beim Schafe 5½ Zoll, bei Hunden 4—8½ Zoll steigt. Poiseuille hat sich zu seinen Untersuchungen des doppeltschenklichen Manometers der Gebläse bedient. Magend. *Journal de Physiol.* 8. 272. Das Instrument besteht aus einer Glasröhre, welche in ihrem Anfange an einer kurzen Strecke horizontal, dann unter rechtem Winkel herabsteigt, und in ein langes Stück wieder aufsteigt. Wird Quecksilber in den herab- und aufsteigenden Theil gebracht, so nimmt es ein gleiches Niveau in beiden Schenkeln ein, und bei einer senkrechten Stellung der Schenkel ist die Höhe der Quecksilbersäule in beiden unten communicirenden Schenkeln gleich. Kann nun das Blut aus einer Arterie durch den horizontalen Schenkel in den herabsteigenden Schenkel gelangen, so drückt es mit der Kraft, durch die es in den Arterien bewegt wird, auf das Quecksilber des herabsteigenden Schenkels, und das Quecksilber wird in diesem Schenkel fallen, und in dem aufsteigenden sich erheben. Reichte das Quecksilber vorher in beiden Schenkeln bis zum Abgange des Horizontalstückes der Röhre, so wird die Tiefe, zu welcher es in dem einen Schenkel fällt, summirt zur Höhe, zu welcher es in dem andern steigt, die ganze Höhe der Quecksilbersäule angeben, welche dem Drucke des Blutes das Gleichgewicht hält, wovon indess die Schwere der Blutsäule, die an die Stelle der Quecksilbersäule in den herabsteigenden Schenkel tritt, abgezogen werden muss; die mehr als 10mal kleiner ist, als eben so viel Maas Quecksilber. Um die Gerinnung des Blutes bei dem Eindringen in die horizontale Röhre zu verhüten, wurde dieser Theil der Röhre vor dem Quecksilber mit einer Auflösung von unterkohlensaurem Kali gefüllt, was das Blut flüssig erhält. Nach Poiseuille ist der Druck eines Theilchens Blut in den grösseren Arterien gleich, sie mögen nun dem Herzen näher oder ferner, etwas grösser oder kleiner seyn, z. B. Carotis und Aorta, Carotis und Cruralis. So war die Höhe der verdrängten Quecksilbersäule an allen Arterien desselben Thieres gleich. Nach Poiseuille hält das Blut einer Arterie beim Hunde einer Quecksilbersäule von 151 Millimet. oder einer Wassersäule von 6⅓ Par. Fuss, bei Rindern einer Quecksilbersäule von 161 Millim. oder einer Wassersäule von 6 Fuss 9 Zoll, bei Pferden einer Quecksilbersäule von 159 Millim., und bei jenen Säugethieren im Mittel von 156 Millim. oder einer Wassersäule von 6 Fuss 7 Zoll das Gleichgewicht.

Poiseuille sah auch vermittelst seines Instrumentes, was Haller und Magendie schon beobachtet hatten, dass die Stärke des Bluttriebes in der Exspiration, wobei die Brust mit Zusammendrückung der Gefässstämme verengert wird, vermehrt ist, so dass die Quecksilbersäule bei jeder Exspiration etwas steigt, bei der Inspiration fällt. Dieses Steigen und Fallen ist bei Arterien in verschiedener Entfernung vom Herzen gleich, und es beträgt

10 — 20 Millim. bei ruhiger Respiration. Diese Verstärkung des Bluttriebes durch das Ausathmen ist bei manchen Menschen besonders gross, so dass der Puls an der *Art. radialis* bei langem anhaltendem Einathmen unfühlbar wird. In diesem Falle bin ich; ich mache auf der Stelle den Puls der *Art. radialis* verschwinden, sobald ich nur tief inspirire, und den Athem einhalte, was einiges Licht auf die Mährchen von willkührlicher Veränderung des Herzschlages wirft.

Da sich nun endlich nach Poiseuille's Versuchen ein Theilchen Blut in den verschiedensten Arterien mit gleicher Kraft bewegt, so schloss er, dass man, um die Kraft des Blutdruckes in einer Arterie von bestimmtem Caliber zu messen, nur den Umfang derselben, und die Höhe des Blutdruckes im Instrumente zu nehmen habe; denn die Kraft des Blutes in einer bestimmten Arterie wird durch das Gewicht einer Quecksilbersäule repräsentirt, deren Höhe das Instrument angiebt, und deren Umfang der Umfang der Arterie ist. Nimmt man nun mit Poiseuille in einem Manne von 29 Jahren den Durchmesser der Aorta bei ihrem Ursprunge = 34 Millimeter, so beträgt der Flächeninhalt des Umfanges 908,2857 Quadratmillimeter. Nimmt man nun für die Höhe der Säule des Instrumentes beim Menschen das Mittel der an Thieren beobachteten höchsten und niedrigsten Höhen zwischen 180 und 140 Millimeter, also 160 Millimeter, so giebt 908,2857 × 160 = 145325,71 Cub. Millimeter Quecksilbersäule, deren Gewicht = 1,971779 Kilogr. oder 4 Pfund, 3 gros, 43 gr. statische Kraft des Blutes im Momente, wo es in die Aorta strömt. So erhält man für das Rind 10 Pfund, 10 Unzen, 7 gros, 61 gr., für die *Art. radialis* 4 gros.

In den Pausen der Herzschläge ist der Druck, unter welchem das Blut in den Arterien steht, zwar etwas geringer, da es jetzt den Gegendruck der elastischen Wände des ganzen Arteriensystems erleidet, aber der Unterschied ist keineswegs gross. Hales sah das Blut in der in eine Arterie eingebrachten Röhre bei jedem Pulsschlage um ein oder einige Zoll steigen.

Puls der Arterien.

Da das Blut durch die Haargefässe wegen des Widerstandes, den es in diesen engen Röhren erleidet, nicht so schnell entweichen kann, als es in die Arterien getrieben wird, so übt es in den Arterien gegen ihre elastischen Wände einen Druck aus, wodurch es wie jede comprimirte Flüssigkeit nach allen Richtungen auszuweichen strebt. Diesen Druck des Blutes auf die Arterienwände bei der Contraction der Ventrikel fühlt man an ihnen als Puls. Der Puls der Arterien ist also im Allgemeinen synchronisch mit der Zusammenziehung der Ventrikel; diese letztere ist seine Ursache.

Die elastischen Wände der Arterien müssen in Folge dieses Druckes bei jedem Herzschlage ausgedehnt und zur Zeit der Diastole der Ventrikel vermöge ihrer Elasticität wieder auf ihren vorigen Zustand reducirt werden. Diese Ausdehnung der Arterien

kann in der Länge und in der Breite erfolgen, und sie erfolgt in der That in beiden Richtungen, aber in der Länge viel merklicher, als in der Breite. Deswegen verschieben und schlängeln sich die Arterien im Moment des Pulses, und strecken sich wiederum zur Zeit der Ruhe des Ventrikels; sie werden aber auch im Momente des Pulses ein wenig in der Dimension der Breite ausgedehnt. Die Erweiterung der Arterien im Puls muss jedenfalls kleiner seyn, da sie von Vielen nicht wahrgenommen wurde. Dass sie aber existirt, davon kann sich jeder Beobachter an der ganzen Verzweigung der *Arteria pulmonalis* beim Frosche überzeugen, wo man nicht allein die Schlängelung der Arterien, sondern auch ihre Erweiterung gleich deutlich sieht. Poiseuille (Magendie *Journ. T.* 9. *p.* 44.) hat durch einen ingeniösen Versuch die Grösse der Erweiterung an den Arterien gemessen. Er entblösste die *Carotis communis* eines lebendigen Pferdes auf 3 Decimeter, und schob eine offene Röhre von weissem Blech, die durch ein schmales Deckelstück verschliessbar war, darunter. Mit diesem Stücke verschloss er die Röhre wieder, verschloss die Enden mit Wachs und Fett; den innern Raum der Röhre um die Arterie herum füllte er durch eine in die Röhre eingesetzte Glasröhre von aussen mit Wasser an. Bei jedem Pulsschlage stieg das Wasser in der 3 Millimeter weiten Glasröhre um 70 Millimeter, und fiel um eben so viel jedesmal darauf. Das eingeschlossene Stück Arterie war 180 Millim. lang und nahm 11440 Cubicmillim. Raum ein; da es nun durch jeden Pulsschlag um einen Wassercylinder von 3 Millim. Durchmesser und 70 Millim. Länge d. h. um 494 Cubicmillim. an Ausdehnung zunahm, so folgt, dass es ungefähr um $\frac{1}{23}$ seines Raumes ausgedehnt wurde. Einfacher ist der Versuch von Flourens, welcher eine grosse Arterie mit einem ganz dünnen elastischen an einer Stelle gespaltenen metallenen Ringe umgab, und den Spalt im Moment des Pulses beobachtete, wo er sich regelmässig erweiterte. Zu diesem Versuche bedient man sich am zweckmässigsten einer Uhrfeder.

Man nimmt gewöhnlich an, dass der Puls in allen Arterien bei verschiedener Entfernung vom Herzen gleichzeitig sey. Weitbrecht, Liscovius und E. H. Weber (*Adnotat. anatom.*) haben indess das Gegentheil gezeigt, und in der That ist es leicht, sich vom Gegentheil zu überzeugen. Die Arterien pulsiren in der Nähe des Herzens isochronisch mit der Contraction des Ventrikels, denn der *Pulsus cordis* ist die *Zusammenziehung* der Ventrikel, der *Pulsus arteriarum* aber die hierdurch und durch den Druck des Blutes bewirkte Ausdehnung der Arterien. Allein bei grösserer Entfernung vom Herzen ist der Puls der Arterien nicht mehr ganz synchronisch mit dem Herzschlage, und variirt davon nach Weber um $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{7}$ Secunde. So ist der Puls der *Art. radialis* schon um etwas später als der Puls der *Carotis communis*. Der Puls der *Maxill. ext.* dagegen, bei ungefähr gleicher Entfernung vom Herzen, isochronisch mit dem Puls der *Art. axillaris*. Der Puls der *Art. metatarsea* auf dem Fussrücken um etwas später als der Puls der *Maxill. ext.* und der Puls der *Carotis communis*.

E. H. Weber hat die Ursachen dieses Zeitunterschiedes gezeigt. Wäre das Blut von ganz festen Röhren eingeschlossen, deren Wände keiner Ausdehnung fähig wären, so würde sich der Stoss des von der Herzkammer in die Arterien getriebenen Blutes bis zu den Enden der Blutsäule mit derselben Schnelligkeit fortpflanzen, mit welcher der Schall durch diese Flüssigkeit sich fortpflanzt (d. h. viel schneller als der Schall in der atmosph. Luft), dann würde der Druck des Blutes mit einem ganz unmerklichen Zeitverlust bis zu den Enden der Arterien sich fortpflanzen. Da aber die Arterien einiger Ausdehnung in die Breite und noch grösserer in die Länge fähig sind, so bewirkt die Zusammendrükkung des Blutes vom Herzen aus zunächst nur die Ausdehnung der nächsten Arterien. Worauf diese durch ihre Elasticität sich wieder zusammenziehen, und so die nächsten Fortsetzungen der Arterien durch das comprimirte Blut ausdehnen, die auch wieder durch ihre Zusammenziehung die nächsten Theile ausdehnen und so weiter, so dass ein, wenn auch noch so kleiner Zeitraum verstreicht, ehe die Welle, d. h. die successive Zusammendrückung des Blutes, Erweiterung und Verengerung der Arterien bis zu den entfernten Arterien gelangt. Ganz ähnlich schreitet eine Welle auf einer gespannten Saite von der Stelle des Stosses fort. Die Saite dehnt sich von dem Stoss in einer Richtung aus, die röhrige Arterie aber in ihrem ganzen Umfange. Die Fortpflanzung dieser Ausdehnungswelle über das Arteriensystem ist natürlich sehr viel schneller als die Bewegung des Blutes, gleich wie die Fortpflanzung einer Welle auf einem Fluss viel schneller als seine Strömung ist. Indem ein Theil des Wassers von einer fortschreitenden Welle ergriffen wird, erheben und senken sich die Wassertheilchen, aber sie bleiben zurück, indem die Welle auf andere Theile ihrer Bahn fortschreitet.

Die Zahl der Pulsschläge einer Arterie muss natürlich mit der Zahl der Herzschläge auf das Genaueste übereinstimmen, und Arterien, die gleich weit vom Herzen entfernt sind, müssen in ihrem Pulse genau synchronisch seyn. Man hat hin und wieder die Möglichkeit des Gegentheils aus Erfahrung behaupten wollen. Da der Puls in allen Beziehungen die Folge des Herzschlags ist, so muss er auch damit übereinstimmen; das Unmögliche kann nie erfahren seyn. Unterschiede des Pulses, in der Qualität, Stärke u. dergl. können vorkommen, denn diese hängen begreiflicherweise von der Elasticität der Gefässe, örtlichen Hindernissen der Circulation u. dergl. ab.

Tonus oder organische Contractilität der Arterien.

Die Arterien und überhaupt die Blutgefässe besitzen ausser der Elasticität auch eine lebendige Zusammenziehungskraft. Sie ist in ihren Wirkungen sehr von den Actionen des Herzens verschieden und äussert sich nicht in solchen plötzlichen energischen Zusammenziehungen, sondern allmählig, so dass ihre Wirkungen schwer zu beobachten sind, und auch nie die des Herzens ersetzen können. Man hat zwar die Arterien mit dem pulsirenden

Rückengefäss der Insecten und den pulsirenden Gefässstämmen der Blutegel und anderer Würmer verglichen. Allein diess sind eben die Herzen jener Thiere, bei welchen es auch nichtcontractile Gefässstämme giebt, wie das Bauchgefäss der Regenwürmer. Die herzlosen Missgeburten, wie die Acephalen u. A. berechtigen ebenso wenig zu der Annahme, dass die Arterien selbst dem Herzen gleich wirken und dasselbe ersetzen können. Denn in den genauer bekannten Fällen dieser Art waren die Gefässe des herzlosen Monstrums nur Aeste der Nabelgefässe eines zweiten vollständigen Kindes, und das Monstrum wurde wie ein Organ des letztern ernährt, gleichwie bei derjenigen Classe von Doppelmissgeburten, wo einem vollständigen Embryo ein Theil eines zweiten implantirt ist. *Duplicitas per implantationem* *).

Daher beobachtet man an den Arterien eines Thieres, nach Entfernung des Herzens keine Spur der rhythmischen Bewegung mehr. Davon machen nur diejenigen Stellen des Arteriensystems eine Ausnahme, welche mit einem accessorischen kleinen Herz begabt sind, wie das Aortenherz der Frösche und Fische, die Axillarherzen der Chimären. Unter ähnlichen Umständen kommen auch an den Venen eigenthümliche rhythmische Pulsationen vor, wie beim Aal am Caudalherzen der *Vena caudalis*. Dahin gehört auch die vitale rhythmische Pulsation der Stämme der Lungenvenen und des Endes der Hohlvenen bei allen Thieren. Diese Gefässe ziehen sich gerade nur so weit zusammen, als sie von einer Fortsetzung des Muskelfleisches des Herzens belegt sind. Die vorgenannten accessorischen Herzen der Arterien besitzen auch dieselben queergestreiften Muskelbündel wie das eigentliche Herz; an allen übrigen Stellen des Gefässsystems fehlt die dem Herzen homologe Schicht durchaus **).

Eben so wenig ist man im Stande mittelst der Elektricität, welche, wie schon bemerkt wurde, entschieden auf das Herz wirkt, plötzliche Contractionen an Arterien zu bewirken. Nysten (*recherches de physiol. et pathol. chimiques. Paris* 1811.) stellte öfter galvanische Versuche an der Aorta kurz vorher enthaupteter Verbrecher und der Fische an, bemerkte aber keine Spur von Contraction. Schon Bichat hatte ähnliche Resultate erhalten; dann

*) In dem Fall von Ruysch, *Thesaur. anat. IX. p.* 17. *Tab.* 1. *Fig.* 2., hing an dem Mutterkuchen eines wohlgebildeten Fötus eine acephale Extremität. Rudolphi beschrieb in den *Abhandl. d. Akad. zu Berlin* 1816. ein bloss aus einem Kopfe bestehendes Monstrum, dessen Gefässe Zweige des Nabelstranges eines andern gesunden Fötus waren. Ebenso war es in dem von mir beobachteten, von Nicholson ausführlich beschriebenem Falle. Muell. *Arch.* 1837. *p.* 328.

**) Nach Flourens sollen sich alle Venenstämme im Bauche des Frosches zusammenziehen. Diese Pulsationen bemerkt man indess nur an dem bezeichneten Theile der untern Hohlvene und in der Nähe der hintern Lymphherzen, wo sie durch das Einpumpen der Lymphe in die *Venae iliacae* hervorgebracht werden. Ebenso ist eine von Marshall Hall bezeichnete contractile Arterie des Frosches über dem Queerfortsatz des dritten Wirbels zu erklären. Die Pulsation entsteht durch das Einpumpen der Lymphe durch das vordere Lymphherz in einen Zweig der *Vena jugularis*.

hat Wedemeyer an vielen Thieren mit einer galvanischen Säule von 50 Plattenpaaren an den Carotiden, und an der *Aorta thoracica* nie eine Spur von Muscularcontraction bemerkt; ich habe sehr oft den Galvanismus als Prüfungsmittel hierzu benutzt, und weder bei Fröschen mit geringen und starken galvanischen Reizen, noch bei Säugethieren, namentlich Kaninchen, mit einer Säule von 60—80 Plattenpaaren die geringste Spur von Contraction bewirken können.

Aus allen diesen Thatsachen folgt, dass rhythmische Muscularcontractionen der Arterien durchaus nicht bei dem Kreislaufe wirken, und dass die Verminderung des Durchmessers der Arterien nach der Ausdehnung durch den Impuls des Blutes Folge ihrer Elasticität ist. Davon ist aber nach Parry (*über die Ursache des arter. Pulses. Hannov.* 1817.), Tiedemann, E. H. Weber, Schwann, Henle die unmerkliche Contractilität oder der Tonus der Arterien zu unterscheiden. Es ist eine uralte Erfahrung, dass kaltes Wasser blutstillend auf verwundete Arterien wirkt. Auch einige chemische Agentien vermindern den Durchmesser der kleinen Gefässe. Siehe Hastings *über Entzündung der Schleimhaut der Lungen. Bremen* 1822 *).

Mehrere Beobachter haben bereits eine Zusammenziehung der kleinen Arterien von Kälte gesehen. Die Versuche von Schwann erweisen sie an den Arterien im Mesenterium des Frosches und der Feuerkröte zur Evidenz. Nachdem das Mesenterium derselben unter dem Mikroskope ausgebreitet war, brachte er einige Tropfen Wasser auf dasselbe von einer Temperatur, die einige Grade niedriger war als die Temperatur der Luft. Bald darauf begann die Verengung und die Gefässe verengerten sich binnen 10—15 Minuten allmählig so, dass der Durchmesser des Lumens einer Arterie, der anfangs 0,0724 engl. Lin. betrug, auf 0,0276 reducirt, also um das 2—3fache verkleinert, das Lumen der Arterie selbst also um das 4—9fache verengt wurde. Die Arterie erweiterte sich darauf wieder und hatte nach einer halben Stunde ihre frühere Ausdehnung wieder erlangt. Wurde nun von neuem Wasser darauf gebracht, so verengte sie sich wieder, und so liess sich der Versuch an derselben Arterie mehrmals wiederholen. Die Venen aber verengerten sich nicht. Ich habe diese Phänomene oft beobachtet, so wie sie Schwann beschrieben.

Von welchem Gewebe diese langsam wirkende organische Contractilität herrühre, war bisher unbekannt. Die Wirkung der Kälte auf Zusammenziehung ist für mehrere nicht musculöse Theile characteristisch, und ebenso die geringe Wirkung der Elektricität. Wir verglichen das contractile Gewebe der Arterien in dieser Hinsicht mit dem leimgebenden contractilen Gewebe der *Tunica*

*) Bei letzteren Versuchen mit chemischen Mitteln an capillaren, unter dem Mikroskop beobachteten Arterien ist das Resultat weniger sicher, da das äussere Mittel nach dem Gesetze der Endosmose durch die Gefässwände hindurch auf den Inhalt derselben ausziehend wirken kann, wie bei allen Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, wenn sie durch eine Membran getrennt sind.

dartos. Es scheint jedoch zufolge neuerer Untersuchungen von dieser Formation noch verschieden zu seyn.

Henle hat nämlich in den Wänden der Arterien eine eigenthümliche Schicht entdeckt, welche offenbar als der Sitz dieser Eigenschaft angesehen werden muss. *Wochenschrift für die gesammte Heilkunde.* 1840. *No.* 21. *p.* 329. Sie liegt nach innen von der elastischen Schicht zwischen dieser und der innern Haut der Arterien. Die elastischen Fasern kommen auch noch darin vor, aber nur nebenbei als ein Netzwerk, welches Faserbündel eigenthümlicher Art umstrickt. Die Schichte besteht aus vielfältigen Lagen blasser Queerbänder, welche stark gegen die dunkeln elastischen Fasern abstechen. Bei Zusatz von Essigsäure unter dem Mikroskope wird der Unterschied noch deutlicher. Die Essigsäure löst die blassen Bündel auf, die elastischen Fasern bleiben unververändert zurück. In den grösseren Venen kommt zunächst der innern Haut eine ganz ähnliche Schichte von Queerfasern vor, die aber immer nur eine geringe Mächtigkeit hat und auch ganz fehlen kann. Dagegen ist in der innern Haut der Venen eine längslaufende Schichte solcher Fasern in der Regel sehr entwikkelt, die in den Arterien dünner ist oder fehlt.

Von dem Gewebe der *Tunica dartos,* dessen Fasern sehr den Zellgewebefasern gleichen, unterscheiden sich jene Bündel durchaus; Henle vergleicht sie den organischen Muskelbündeln des Darms. Sie scheinen sich auch in chemischer Hinsicht von dem Gewebe der *Tunica dartos* zu unterscheiden. Dr. Retzius hat die Beobachtung gemacht, dass die essigsaure Lösung von Arterienhaut von Cyaneisenkalium gefällt wird. Diese Reaction hängt vermuthlich von dem fraglichen Gewebe ab, da wenigstens Zellgewebe und elastisches Gewebe sich nicht also verhalten. Wenn diese Reaction von dem contractilen Gewebe der Arterien herrührt, so unterscheidet sich jenes auch chemisch von der *Tunica dartos.*

Mit dem fraglichen Gewebe scheinen die blassröthlichen Bündel zwischen den Venen im *Corpus cavernosum* der Ruthe übereinzukommen, welche in der Ruthe des Pferdes eine ausserordentliche Stärke besitzen. Sie geben beim Kochen keinen Leim. Die essigsaure Auflösung wird von Cyaneisenkalium gefällt. Hunter hielt diese blassröthlichen, der Länge nach verlaufenden und vielfach anastomosirenden Balken in der Ruthe des Pferdes für musculös und behauptete, dass sie contractil seyen. Bei Anwendung der galvanischen Säule erhielt ich keine Zuckung, als ich das Gewebe an einem lebenden Pferde reizte. Hr. Stanley in London hat mich hingegen versichert, dass dieses Gewebe eine unmerkliche und langsam sich äussernde Contractilität besitze. Es ist zu wünschen, dass dieser Gegenstand von Neuem untersucht werde.

Die unmerkliche Contractilität der Arterien hört mit dem Tode auf. Die Gefässe bieten dann schon deswegen den Flüssigkeiten einen geringern Widerstand dar. Blutwasser, welches im Leben nicht aus den Blutgefässen exsudirt, tritt in den Leichen durch die Gefässwände aus. Aber auch während des Lebens kann der erschlaffte Zustand der Gefässe diese Exsudation zulassen.

Die vitale Contractilität scheint auch an dem sogenannten

Leerseyn der Arterien Antheil zu haben. Die Arterien ziehen sich bei Sterbenden theils durch ihre Elasticität, theils durch ihre organische Contractilität bis auf das Minimum ihres Lumens zusammen. Die Folge davon ist, dass sich das Blut in den Venen anhäuft. Nach dem absoluten Tode lässt auch die organische Contractilität nach und die Arterien werden den Raum einnehmen, der ihnen vermöge ihrer blossen Elasticität zukommt. Häufig findet man in den Arterien nach dem Tode Blut, wie bei Erhängten, Ertrunkenen, im Kohlendampf Erstickten, nach Entzündungen, in verknöcherten Arterien. Otto, *Path. Anat.* 1. 343.

b. Von den Capillargefässen.

Bau der Capillargefässe.

In allen organisirten Theilen geschieht der Uebergang des Blutes aus den feinsten Zweigen der Arterien in die feinsten Zweige der Venen durch netzförmige mikroskopische Gefässchen, in deren Maschen die eigentliche Substanz der Gewebe liegt. So sieht man es an allen feinen Injectionen, eben so bei mikroskopischer Beobachtung des Blutlaufes an lebenden durchsichtigen Theilen, wie an der Schwimmhaut, den Lungen und der Harnblase der Frösche, dem Schwanze der Froschlarven, am bebrüteten Ei, an jungen Fischchen, an den Kiemen der Larven der Wassersalamander, an den Flügeln der Fledermäuse und im Gekröse aller Wirbelbelthiere, endlich selbst an undurchsichtigen Theilen der Larven der Salamander mit dem einfachen Mikroskope. Die feinsten Arterien bilden bei der Verzweigung immer mehr Anastomosen unter einander, und diese Anastomosen gehen zuletzt in ein continuirliches Netz über, von denen aus sich die Venenanfänge wieder sammeln. Man nennt diese netzförmigen Uebergänge der Arterien in Venen wegen ihrer Feinheit *Capillargefässe.* Es lässt sich nicht bestimmt angeben, wo die feinsten Gefässe aufhören, Arterien zu seyn, und wo die feinsten Venen in diesem Netze anfangen. Denn der Uebergang ist allmählig; aber die netzförmigen Uebergänge haben doch das Eigenthümliche, dass die Gefässchen einen gleichen Durchmesser behalten, dass sie nicht mehr in einer Richtung dünner werden, wie Arterien und Venen, und dass gerade, wo die Gefässchen wieder in zunehmenden Zweigen sich sammeln, Arterien- und Venenanfänge allmählig daraus hervorgehen. Diess berechtigt aber nicht, mit Bichat ein eigenes Capillargefässsystem im Unterschiede von Arterien und Venen anzunehmen.

Die feinsten Capillargefässe sind dem Durchmesser der Blutkörperchen angemessen; man misst sie an fein injicirten Theilen. Der Durchmesser derselben variirt von $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{4000}$ ja bis $\frac{1}{5000}$ P. Zoll. Die Elemente der Gewebe sind meist viel feiner, wie die Zellgewebefasern, Muskelfasern u. A.

Die Form der Capillargefässnetze ist im Allgemeinen sehr einfach, und variirt bloss in dem Unterschiede von engeren und

weiteren Maschen der Netze, gleichförmigen oder länglichen Maschen. Was SOEMMERRING und DOELLINGER, und namentlich BERRES in seinen verdienstlichen Untersuchungen (*med. Jahrb. d. österr. Staates. Bd.* 14.), über den Unterschied der kleinsten Gefässe in den verschiedenen Geweben beobachtet haben, ist sehr richtig, gilt aber nicht von den feinsten Capillargefässnetzen selbst, sondern von der Form der in diese Netze sich verzweigenden kleinsten Arterien und Venen. So bemerkt SOEMMERRING, dass die Verzweigung in den dünnen Därmen einem unbelaubten Bäumchen, im Mutterkuchen einem Quästchen, in der Milz einem Sprengwedel, in den Muskeln einem Reiserbündel, in der Zunge einem Pinsel, in der Leber einem Sterne, in den Hoden und im Adergeflechte des Hirnes einer Haarlocke, in der Riechhaut einem Gitter ähnlich sey. In den Kiemen nehmen Arterien und Venen die Richtung der Kiemenblätter, so dass das arteriöse Strömchen an der einen Seite aufsteigt, an der andern das venöse herabsteigt. In den Sehnen ist die Vertheilung der Gefässe nach E. H. WEBER dendritisch, ohne dass diese Gefässe genau mit den länglich reiserförmigen Gefässen der Muskeln zusammenhängen. In der Nierenrinde giebt es eigenthümliche *glomeruli* von Blutgefässen mitten in den Capillargefässnetzen. Diese runden Körperchen, *corpora Malpighiana* sind Knäuel des in sie eintretenden arteriösen Zweiges, auf dem sie wie eine Frucht aufsitzen. An den Enden der Zotten der Placenta des Menschen biegt eine Capillararterie in eine Capillarvene um, wie E. H. WEBER's schöne Untersuchungen zeigen, *Anatomie* 4. Die Gefässreiserchen gehen zwischen den Nerven- und Muskelfasern der Länge nach fort, allein die Capillargefässe sind hier um die parallelen Fasern eben so gut Netze, wie in den Hoden um die gewundenen Samenkanäle. Die feinen Arterien folgen zwar in den Kiemen der Salamanderlarven der Vertheilung der Kiemenblättchen, und gehen in herabsteigende Kiemenblutäderchen über; allein zwischen beiden ist ein Netz auch in dem feinsten Blättchen.

Die dichtesten Netze mit den kleinsten Maschen finden sich in den Lungen, in der Chorioidea, schon weniger in der Iris und im Ciliarkörper; ferner in der Leber, Nieren, Schleimhäuten, Lederhaut. In der Chorioidea des Truthahns finde ich die Zwischenräume gerade so breit, oder noch kleiner, als der Durchmesser der Capillargefässe. In den Lungen des Menschen sind die Zwischenräume fast noch kleiner als die Strömchen. WEBER *Anat.* 4. 203. In den Nieren des Menschen und des Hundes finde ich den Durchmesser der injicirten Capillargefässe im Verhältnisse zu den Zwischenräumen wie 1:4—1:3. Im Gehirne, das zwar eine sehr grosse Menge Blut erhält, aber auch das Blut im Innern in seinen sehr feinen Capillargefässen in weniger zahlreiche Netze vertheilt, sondern dieselbe Blutmenge schneller wieder abgiebt, fand E. H. WEBER das Verhältniss des Durchmessers der Capillargefässe zum Längendurchmesser der Maschen = 1:8—10, zum Breitendurchmesser der Maschen, wie 1:4—6. In Schleimhäuten, z. B. in der *Conjunctiva palpebrarum*, und in der Lederhaut fand WEBER die Röhrchen viel dicker als

in dem Gehirne, aber die Zwischenräume enger, im Verhältnisse zu diesen wie 1 : 3 — 4. An der Knochenhaut waren die Zwischenräume viel grösser. Siehe E. H. Weber's Ausgabe von Hildebrandt's *Anat.* 3. *Bd. p.* 45. Die Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen haben die wenigsten Blutgefässe und Capillargefässe. An den Grenzen zwischen Muskel- und Sehnenfasern sieht man den grossen Unterschied in dem Gefässreichthum beider; die Blutgefässchen der Muskeln kehren hier nach Doellinger grösstentheils um, und hängen nicht eng mit den sparsamen Gefässen der Sehnen zusammen. Dasselbe Verhältniss beobachtete Prochaska zwischen dem freien Theile der Synovialhäute, und demjenigen, welcher die Gelenkknorpel überzieht. Prochaska *disquisitio anatomico-physiologica organismi humani. Viennae.* 1812. *p.* 96. Weber *l. c.* 3. *p.* 43.

In einigen Geweben fehlen die Capillaren und überhaupt alle Blutgefässe ganz. Dahin gehören das Horngewebe, das Zahngewebe und das Gewebe der Crystalllinse. Sie fehlen ferner in allen Epithelien und daher auch in der innersten glatten Schicht der serösen Häute, während der übrige Theil derselben Blutgefässe besitzt. Bleuland und Schröder van der Kolk haben sie in den serösen Häuten injicirt. In den Knorpeln giebt es sparsame Blutgefässe. Bei fein injicirten Kindern kann man die Blutgefässe aus dem Perichondrium in das Innere der Knorpel verfolgen. Die Kniescheibe ist lange vor der Verknöcherung von gefässhaltigen Canälen durchzogen, und auch an den permanenten Knorpeln, z. B. den Rippenknorpeln und Ohrknorpeln eines fein injicirten Kindes sahe ich bei Queerdurchschnitten hier und da injicirte Blutgefässe tief in den Knorpel eindringen, ohne dass die Masse des Knorpels ein Gefässnetz zeigte *).

Mehrere durchsichtige Theile des Auges enthalten auch Blutgefässe, wie die Cornea und die Linsencapsel. Die tiefere Substanz der Cornea, welche ein Knorpel ist, ist zwar noch nie injicirt worden; dass aber das Bindehautblättchen der Hornhaut bei ausgetragenen Kalbfötus Blutgefässe besitzt, welche Blut enthalten, und noch mehr als eine Linie über den Hornhautrand mit der Loupe verfolgt werden können, habe ich wiederholt gesehen, und Henle hat diese Gefässe fein injicirt und abgebildet. Retzius hat durch Injection dieselbe Beobachtung an Erwachsenen gemacht. Henle, *de membrana pupillari aliisque membranis oculi pellucentibus. Bonnae.* 1832. Siehe ferner Römer in v. Ammon's *Zeitschr. f. Ophthalmol. V. p.* 21.

Die hintere Wand der Linsenkapsel enthält bei ausgebildeten Thieren noch blutführende Gefässe von jenem Aste der *Arteria centralis*, der sich durch den Glaskörper darin begiebt. Diess

*) In den früheren Auflagen bezog ich mich hinsichts der Blutgefässe der Knorpel auf eine in Utrecht gesehene Injection eines Fuchses, wo die Knorpel der Luftröhre, des Kehlkopfes, die Rippenknorpel mit einem dichten Gefässnetz überzogen waren. Diess kann jedoch nur zunächst auf die Gefässe des Perichondriums seine Anwendung finden. Zufolge einer brieflichen Mittheilung von Prof. Valentin befinden sich aber injicirte Knorpel im Museum von Bleuland in Utrecht.

habe ich an frischen Kalbs- und Ochsenaugen gesehen, wo die Gefässe der hintern Kapselwand, die von einem starken Aste der *Art. centralis* herrühren, zuweilen noch bluthaltig sind. Dasselbe sah Zinn.

Wenn wir nun behaupten, dass selbst in den durchsichtigen Häuten noch blutführende Gefässe vorhanden sind, so ist damit nicht zugleich erwiesen, dass alle Gefässe dieser Theile wirklich auch so stark sind, dass sie die rothen Blutkörperchen aufnehmen; im Gegentheil ist es wahrscheinlich, dass gerade in diesen Theilen die meisten zarteren Gefässe nur den flüssigen Theil des Blutes, *Liquor sanguinis*, aufnehmen. Und auch in anderen Theilen mag es so feine Capillargefässe geben, welche für gewöhnlich nur *Liquor sanguinis* aus den Arterien aufnehmen und in die Venen abgeben (*Vasa serosa*).

Die Capillargefässe sind nicht blosse Aushöhlungen der Substanz, sie besitzen auch häutige Wände. In manchen Theilen lässt sich die Substanz zwischen ihnen durch Maceration auflösen und die Capillargefässe bleiben selbstständig zurück. So die Capillargefässe der Nieren und diejenigen in der Gefässhaut der Schnecke der Vögel. Windischmann, *de penitiori auris structura in amphibiis.* Es gelingt aber zuweilen auch in frischen Theilen die Wand der Capillargefässe als eigene Haut unter dem Mikroskope zu unterscheiden. Am Schwanze der Froschlarven sah Schwann, dass die Capillargefässe von einer zwar dünnen, aber deutlich unterscheidbaren Haut umgeben sind, an etwas grösseren Gefässen dieser Art konnten ausserdem selbst Cirkelfasern wie an den Arterien wahrgenommen werden. Eine andere von Schwann beobachtete Erscheinung ist, dass an den Capillargefässen von Stelle zu Stelle Zellenkerne vorkommen. Diese Erscheinung rührt von der Entstehung der Gefässe aus Zellen her, welche verwachsen und ihre Scheidewände verlieren. Schwann, *mikroskopische Untersuchungen. Berlin* 1838. *p.* 183.

Blutbewegung in den Capillargefässen.

Untersucht man die durchsichtigen Theile eines lebenden Thieres unter dem Mikroskope, so bemerkt man, dass die pulsatorische oder die rhythmisch verstärkte Bewegung des Blutes in den kleinsten Arterien und in den Haargefässen aufhört, wenigstens bei erwachsenen Thieren, und dass das Blut continuirlich gleichförmig strömt. Wenn die Thiere aber schwächer werden, so bemerkt man ein zwar continuirliches, aber pulsweise verstärktes Fortrücken der Blutkörperchen in den kleinen Arterien und Capillargefässen. Diess beobachtet man auch bei ganz jungen Thieren, wenn sie nicht gerade geschwächt sind. Nimmt die Kraft des Herzens noch mehr ab, so sieht man die Blutkörperchen in den kleinsten Arterien und in den feinsten Haargefässen gar nicht mehr continuirlich bewegt, sondern nur stossweise fortgeschoben, und bei grösserer Schwäche weichen sie selbst nach jedem Ruck wieder etwas zurück. Hieraus erkennt man, dass das Blut auch in diesen Gefässen durch die Kraft des Herzens bewegt wird.

Je schwächer die Thiere werden, um so deutlicher muss dieser Stoss werden. Denn bei einer geringen Druckkraft des Herzens werden die Arterien wenig ausgedehnt und sie können sich daher durch ihre elastische Contraction dem Minimum ihres Lumens annähern. Fällt nun die Ausdehnung weg, so fällt auch die elastische Rückwirkung weg.

Die Grösse des Widerstandes, welchen die Haargefässe dem Blute darbieten, lässt sich aus HALES und KEILL's Versuchen ermessen. KEILL verglich die aus der durchschnittenen Schenkelarterie und aus der Schenkelvene eines lebenden Hundes ausfliessenden Blutmengen, die sich wie $7\frac{1}{2}$ zu 3 verhielten, so dass der Widerstand also $\frac{9}{15}$ der Kraft des Arterienblutes beträgt. Nach HALES floss, als er das Innere der *Art. mesenterica* eines todten Thieres dem Drucke einer $4\frac{1}{2}$ Fuss hohen Wassersäule aussetzte, und den Darm dem Mesenterium gegenüber zerschnitt, aus den durchschnittenen feinen Gefässen in einer Zeit nur $\frac{1}{3}$ der Wassermenge aus, die aus den durchschnittenen Stämmen dieser Gefässe ausfloss, so dass der Widerstand der kleinsten Gefässe also $\frac{2}{3}$ der Kraft des Druckes betrug.

Verschiedene Schriftsteller haben geglaubt, die Kraft des Herzens reiche nicht aus, um das Blut durch die Haargefässe zu treiben, und es bedürfe hierzu besonderer Hülfskräfte. Diese Ansicht wird sehr gut durch einen Versuch von MAGENDIE widerlegt. Er unterband den Schenkel eines Hundes, ohne dass die Schenkelarterie und Schenkelvene in der Ligatur mitbegriffen waren. Wurde nun die Schenkelvene besonders unterbunden, so schwoll sie von dem Blute, welches aus dem Schenkel zurückkehrte, an, und ergoss ihr Blut strahlförmig beim Anstechen. Als man die Schenkelarterie comprimirte, hörte der Strom des Venenblutes allmählig auf zu fliessen, stellte sich aber wieder her, als man aufhörte, die Arterie zu comprimiren. POISEUILLE hat mittelst des schon erwähnten Instrumentes den Druck des Blutes in dem peripherischen Stücke einer Vene gemessen, und bei wiederholten Versuchen gefunden, dass dieser Druck dem des Blutes in den Arterien durchaus proportional ist, mit jenem abnimmt und zunimmt. MUELLER's *Archiv*. 1834. *p*. 365.

Nach KIELMEYER haben TREVIRANUS, CARUS, DOELLINGER und OESTERREICHER dem Blute eine eigene Propulsionskraft, sich nach den Capillargefässen hin, und von diesen ab zu bewegen, zugeschrieben, eine Kraft, die nach dem Aufhören der Herzthätigkeit noch und unabhängig von derselben im Leben wirken soll. An sich kann das Blut eine gewisse Direction nicht haben, es müsste denn von der Substanz der Capillargefässe angezogen werden, wie BAUMGAERTNER und KOCH anzunehmen scheinen. Würde nun wirklich das Blut von den Capillargefässen und der lebenden Substanz angezogen, so kann es sich wohl darin anhäufen, aber man sieht nicht ein, wie eine solche Anziehung den Kreislauf unterstützen könnte, denn das Blut wird dadurch zum Aufenthalte in den Capillargefässen bestimmt; oder man müsste wieder annehmen, dass das Blut nur so lange von der Substanz in den Capillargefässen angezogen werde, als es aus den Arterien kommend noch hellroth

ist, dass aber mit der Umwandlung in venöses Blut diese gegenseitige Verwandtschaft von Blut and Substanz aufhöre. Dann allein könnte in den Capillargefässen eine Hülfskraft des Kreislaufes liegen. Die Turgescenz der Theile zu gewissen Zeiten beweist dagegen gar nichts für diese Hülfskraft, denn hier findet auch Anhäufung des Blutes statt.

Die Annahme einer lebendigen Mitwirkung des Blutes beim Kreislauf schien am meisten gerechtfertigt durch die Beobachtung Wolff's und Pander's, dass sich das Blut beim Hühnchen in der *Area vasculosa* früher bildet als das Herz schlägt, und dass das Blut von der Peripherie der *Area vasculosa* schon nach dem Herzen ströme, ehe noch das Herz schlägt. Der letztere Theil dieses Satzes ist aber völlig unsicher; und weder v. Baer, noch irgend ein späterer Beobachter konnten sich davon überzeugen.

Die übrigen Gründe für die Propulsionskraft des Blutes stützen sich auf die Fortdauer der Blutbewegung ohne Herzschlag. In einem abgeschnittenen Theile sieht man mittelst des Mikroskopes unter zwei Bedingungen noch fortdauernde Bewegungen des Bluts in den Capillargefässen:

1. So lange das Blut noch aus den durchschnittenen Gefässstämmen ausfliesst, was auf den Zustand des Blutes in den Haargefässen wirken muss. So sieht man nach meinen Beobachtungen noch langsame Bewegungen, und zwar von den feinen Gefässen nach den grösseren (also nach den Oeffnungen der durchschnittenen Gefässstämme) bis 10 Minuten nach Abschneiden eines Fusses beim Frosch. Diese Bewegungen entstehen bloss durch das Ausfliessen des Blutes, während die Gefässe durch die Elasticität einen engern Durchmesser annehmen, als sie vorher im Zustande gewaltsamer Ausdehnung hatten. Man sieht diess Engerwerden auch unter dem Mikroskop. Wird die Durchschnittsfläche, woraus das Blut abfliesst, mit dem Schenkel in die Höhe gehalten, so hört das Ausfliessen des Blutes früher auf, und schon nach 5—6 Minuten hört alle Spur der Bewegung in den Capillargefässen auf. Vergl. Wedemeyer, *über den Kreislauf des Blutes. Hannover*. 1828. *p*. 233.

2. Wenn man auf einen feuchten abgeschnittenen Theil das intensive Sonnenlicht wirken lässt. Unter dem letzten Umstande trocknet und runzelt sich die Oberfläche des feuchten Theils sichtbar schnell. Diess bewirkt eine schnellere Entleerung der Capillargefässe, was beim Durchscheinen des intensiven Sonnenlichtes einen flimmernden Schein gewährt. Man wird daher, wie ich an einem abgeschnittenen Fledermausflügel, noch viele Stunden lang, aber nur da eine Spur von flimmernder Bewegung des Bluts in den feinsten Gefässen bemerken, wo man gerade das intensive Sonnenlicht augenblicklich durchscheinen lässt. Bei nacktem Auge sieht man das ausserordentlich schnelle Runzeln der Oberfläche. Befeuchtet man die einschrumpfende Stelle wieder, so hört das Zusammenschrumpfen und damit auch die flimmernde Bewegung im Innern der Gefässe auf einige Augenblicke auf, beginnt aber sogleich wieder mit der zunehmenden Verdünstung und Austrocknung. Selbst nach $1\frac{1}{2}$ Tagen konnte ich an

dem so befeuchteten Flügel noch ein Flimmern im Innern bei intensivem Sonnenlichte sehen.

In Theilen, welche noch mit dem Ganzen zusammenhängen, auf welche aber das Herz durch Unterbindung der Arterien oder durch Mortification des Herzens durch Kali keinen Einfluss mehr hat, dauert die Bewegung des Blutes so lange fort, bis die Elasticität der Arterien diese Gefässe bis auf das Minimum ihres Durchmessers zusammengezogen hat.

Würde das Blut durch eine Art Anziehung gegen die Capillargefässe wirken, so würden unstreitig die Blutkörperchen dabei die Hauptrolle spielen. Unter Umständen, wo der Strom des Blutes plötzlich durch mechanische Hindernisse völlig aufgehoben wird, würde sie innerhalb der stillstehenden Flüssigkeit des Blutes ihrer Anziehung folgen können und ihre Bewegung würde also noch fortdauern. Diess ist nicht der Fall. Wenn man bei einem Frosch, dessen Blutlauf man in der Schwimmhaut beobachtet, plötzlich das Glied comprimirt, so hört mit der Bewegung des Blutes auch die Bewegung der Blutkörperchen selbst völlig und augenblicklich auf.

Alle bisher gegen die Mitwirkung des Blutes bei der Circulation angeführten Gründe widersprechen auch der Ansicht von dem Antheil der Nerven an der Bewegung des Blutes in den Capillaren.

Treviranus und Baumgaertner haben am meisten diese Ansicht unterstützt. So gewiss es ist, dass vom Einflusse der Nerven die Turgescenz der Theile abhängt, ihre Anziehung gegen die ernährende Flüssigkeit, so wenig wird der Kreislauf hierdurch nothwendig unterstützt. Die zahlreichen, von dem trefflichen Baumgaertner angestellten Versuche beweisen den Antheil der Nerven an dem Kreislauf durch die Capillargefässe durchaus nicht evident. Dieser wahrheitliebende Forscher ist aufrichtig genug, zu gestehen, dass viele seiner ingeniösen Versuche nicht stringent beweisen; allein durch die Zahl unvollkommener Beweise wird die Sache nicht besser bewiesen. Baumgaertner (*Beobachtungen über die Nerven und das Blut. Freiburg.* 1830.) bewirkte zwischen dem *Nervus ischiadicus* und den Fusszehen eines Frosches einen starken galvanischen Strom, welcher die Reizbarkeit dieser Nerven zerstörte, worauf der Blutlauf in den mehrsten Fällen in dem Gliede aufhörte. Da aber hier durch den starken galvanischen Strom die Nervenkraft zerstört wurde, so wurde auch die Ursache aufgehoben, welche die Gerinnung des Blutes verhindert, und ausserdem bewirkt schon der Galvanismus die Gerinnung des Eiweisses im Blute. Nach Zerstörung des Rückenmarkes und Gehirns sah Baumgaertner den Blutlauf sich verlangsamen, obgleich das Herz noch fortschlug; allein die Bewegung des Herzens selbst war geschwächt, und alle Versuche, wo es auf ein unbestimmtes Mehr oder Minder ankommt, beweisen nicht. Treviranus hatte behauptet, dass nach Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* der Blutlauf in der Schwimmhaut aufhöre, diess fand jedoch Baumgaertner selbst nicht bestätigt, wenn die Schwimmhaut gehörig nass erhalten wurde.

Die zahlreichen Versuche von Wilson Philip (*an experimental inquiry into the laws of the vital functions. London.* 1817.) beweisen nichts weniger als den Einfluss der Nerven auf die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen. Die von ihm auf Gehirn und Rückenmark applicirten Narcotica, *Opium, Infusum nicotianae,* machen die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen langsamer, aber durch das Herz; die plötzliche Zerstörung der Centraltheile des Nervensystems hebt den Kreislauf in den Capillargefässen auf, aber durch das Herz.

Koch (Meck. *Archiv.* 1827. *p.* 443.) hatte einen ingeniösen Versuch angestellt, um zu sehen, ob die Nerven Antheil an der Blutbewegung in den Capillargefässen haben, ein Versuch, der durch seine Einfachheit wirklich zu einem Resultate führen könnte. Er beobachtete nach Amputation des Beines eines kleinen Frosches in der Schwimmhaut des amputirten Gliedes nur 3 Min. lang Bewegung. Wenn er aber alle Theile bis auf den *Nervus ischiadicus* durchschnitt, so dauerte die Bewegung $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde. Ich habe diesen Versuch wiederholt, er hat mir aber nicht dieselben Resultate geliefert. Nach völliger Amputation des Beines bei starken Fröschen sah ich in der Schwimmhaut langsame Bewegungen noch 10 Minuten lang, und es war kein Unterschied, als ich den *Nervus ischiadicus* allein die Communication bilden liess. Etwas, was hier Irrthum veranlassen kann, ist, dass der Frosch die Muskeln des amputirten Unterschenkels noch willkührlich bewegt, so lange der *Nervus ischiadicus* unverletzt ist und die Communication erhält. Nach einer Zusammenziehung dieser Muskeln sieht man immer wieder eine kleine Bewegung in dem Blute der Capillargefässe, welche aber eine ganz mechanische Ursache hat.

Längere Zeit nach der Duchschneidung der Nerven entsteht zuweilen in den Capillargefässen eines davon abhängigen Theiles eine Art von Zersetzung mit Entzündung und Brand. Hieraus kann man natürlich nichts in Beziehung auf jene Frage schliessen. So sah ich bei Kaninchen, welchen der *Nervus ischiadicus* durchschnitten worden, *Decubitus* an der Ferse entstehen.

Hieher scheint auch die Beobachtung von Stilling (Muell. *Arch.* 1841.) zu gehören, dass sich bei Fröschen, denen der hintere Theil des Rückenmarkes zerstört worden, an den Zehen der Hinterbeine Schimmel bildete. In der Schwimmhaut dieser Frösche beobachtete der Verfasser auch Stockung des Blutes, welche er von Lähmung der Contractilität der Capillargefässe ableitet. Die Phänomene sind hier sehr zusammengesetzter Art. Der Ernährungsprocess und die Contractilität der Capillargefässe sind zugleich verändert. Die blosse Erweiterung der Capillargefässe in irgend einem Theil würde keine Stasis bedingen können. Wenn aber die organische Contractilität der Arterien an ganzen Gliedern aufgehoben ist, so ist der beständige Druck, unter welchem das Blut in den Arterien steht, auf die blosse Wirkung der Elasticität reducirt, und daher ein Theil der Ursachen aufgehoben, welche das Blut in den Pausen der Herzschläge forttreiben. Der Strom des Blutes verliert daher durch Lähmung der Contractilität der

Gefässe etwas von seiner Continuirlichkeit und nähert sich einer stossweisen Strömung.

Turgescenz.

Die Anziehung der Säfte zu den lebendigen Theilen bewirkt die Erscheinungen der Turgescenz. Bei den Pflanzen sind diese am leichtesten zu beobachten, da ein Triebwerk für die Circulation, wie das Herz, fehlt. Dem Fruchtknoten, der das befruchtete Ei einschliesst, fliesst mehr Saft zu. *Ubi stimulus, ibi affluxus.* Aehnliche Phaenomene giebt es auch bei den Thieren.

Alle diese Erscheinungen örtlicher vom Herzen unabhängiger activer Säfteanhäufung, die nicht durch ein Hinderniss des Rückflusses entsteht, hat man unter dem Namen *Turgescenz*, *Turgor vitalis* zusammengefasst. Hebenstreit, *de turgore vitali, Lips.* 1795., welche Abhandlung indess wohl keine richtige Ansicht dieser Gegenstände enthält.

In vielen Lebensumständen wird die Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, die organische Affinität zwischen beiden, welche in der Ernährung ein Factum ist, unter Anhäufung des Blutes in den erweiterten Gefässen der Organe vermehrt. So bei der Brunst in den Genitalien, bei der Schwangerschaft im Uterus, im Magen, der in der Verdauung blutreicher ist, bei der Wiedererzeugung der Geweihe, wo die Höcker der Schädelknochen, auf welchen die Geweihe aufsitzen, gleichsam ein wahrhaftes Aufsteigen der Säfte wie in den Pflanzen zeigen, nachdem sie bis dahin auch von Blut durchzogen aber blutarm waren. Am häufigsten sind diese örtlichen Anhäufungen des Blutes, Gefässerweiterungen und Gefässentwickelungen aber beim Embryo, je nach den verschiedenen Organen, welche gerade als successiv nothwendige Theile oder Glieder des Ganzen durch die producirende Kraft entstehen. Die Kiemen der Salamander und Frösche, der Schwanz der Froschlarven sterben dagegen ab, wenn die organische Affinität zwischen Substanz und Blut aufhört.

Man hat zur Erklärung dieser Phänomene an verstärkte Contraction der Arterien gedacht. Bei so plötzlichen und vorübergehenden Erscheinungen, wie die Schamröthe und das Rothwerden des Gesichts in heftigen Leidenschaften, kann in der That den Gefässen ein wesentlicher Antheil zugeschrieben werden, und man begreift den Erfolg, wenn nicht allein die Arterien, sondern auch die Venen sich zusammenziehen, und das Blut dadurch in die Capillaren gedrängt wird. Andauernde active Blutanhäufungen lassen sich indess nicht auf diese Art erklären. Es ist unvermeidlich zur Erklärung der vermehrten Blutmenge des Uterus in der Schwangerschaft, der Lungen und anderer Organe in verschiedenen Entwickelungszuständen eine örtlich vermehrte Affinität zwischen Blut und Substanz anzunehmen. Vielleicht gehört hierher auch das Rothwerden der Haut durch Bürsten und die sogenannten rothmachenden Reizmittel, wie Meerrettig, Seidelbast, Senf u. a. Eben so gehören hierher die activen Congestionen des Blutes zu Organen, welche in einem gereizten Zustande sich

befinden, zum Gehirn u. s. w. Vgl. Bonorden, Meck. *Archiv.* 1827. 537. Wedemeyer *l. c.* 412.

Schwann hat eine andere mögliche Erklärung dieser Phänomene aufgestellt, wobei die Annahme einer Anziehung des Blutes vermieden wird. Durch ein Nachlassen der anhaltenden lebendigen Contraction der Capillargefässe kann nämlich Erweiterung derselben und dadurch grösserer Blutandrang zu dem Organ bedingt seyn. *Encycl. Wörterb. d. med. Wissensch. XIV.* 233. Indessen zeigen die Erscheinungen nach der Wirkung der Rubefacientia viel eher einen activen Zustand, als eine Remission eines activen Zustandes an.

Thomson, Wilson, Hastings, Kaltenbrunner, Wedemeyer und Koch haben Beobachtungen über die Wirkung der chemischen Einflüsse auf die Capillargefässe angestellt. Manche Stoffe bewirken bald eine beträchtliche Erweiterung der Capillaren, wie das Kochsalz, andere bewirken eine Verengerung, wie Kälte, und manche wirken so, dass zuerst Verengerung, später aber Erweiterung eintritt. Im Einzelnen stimmen die Versuche wenig überein.

Entzündung.

Von dem gesunden Phänomen der Turgescenz ist die Entzündung zu unterscheiden, deren Verlauf ebenfalls unter dem Mikroskope studirt worden. Thomson, *über die Entzündung, übers. von* Krukenberg, *Halle* 1820. Kaltenbrunner, *exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. Monach.* 1826. Koch, Meck. *Archiv. f. Anat. u. Physiol.* 6.

Ein entzündetes Organ enthält zu jeder Zeit der Entzündung mehr Blut in den kleinsten Gefässen oder Capillargefässen; allein die Bewegung des Blutes durch die Gefässe ist in verschiedenen Zeiten ganz verschieden, im Anfange strömt das Blut nicht allein in Menge dem entzündeten Parenchyma zu, es wird auch wieder ohne grosses Hinderniss in die Venen weiter geführt; in dem Grade aber, als die Entzündung weiter schreitet, stockt die Circulation zuerst in einzelnen, dann in immer mehr ausgefüllten Capillargefässen, und im höchsten Grade der Ausbildung sind alle Capillargefässe mit wahrscheinlich geronnenem, jedenfalls aber auf irgend eine Art zersetztem stockendem Blute gefüllt. Membranen, welche eine freie Oberfläche darbieten, ergiessen im Zustande der höchsten Ueberfüllung der Capillargefässe den im Blute aufgelösten Faserstoff, welcher dann auf der Oberfläche der Membran coagulirt und eine Pseudomembran bildet. Wo die Exsudation nicht erfolgen kann, häuft sich die gerinnbare Materie in den Capillargefässen der Organe selbst an. Wenn diese Stockung nur in einzelnen Strecken der Capillargefässe stattfindet, andere aber noch eine unvollkommene Circulation in dem Organe unterhalten, so ist das Organ bloss verdichtet, was man in den Lungen hepatisirt, in anderen Organen verhärtet nennt. Der örtliche Process verändert auch die ganze Blutmasse, wie durch ein Ferment, denn die Quantität des Faserssoffs nimmt in dem entzündlichen Blute

zu und meist in ganz überraschenden Verhältnissen, wie bereits von älteren Beobachtern vielseitig, neuerdings aber durch Andral und Gavarret (*Ann. d. sc. nat. T. XIV.* 1840. 361.) entschieden bewiesen worden.

Wenn aber durch die Heftigkeit der Entzündung alle Circulation in einem Organe aufhört, und alle Capillargefässe nicht allein coagulirtes, sondern auch zersetztes Blut enthalten, und die Substanz selbst zersetzt ist, so wird ein solcher Theil brandig, d. h. es tritt örtlicher Tod ein.

Wird endlich die Entzündung noch längere Zeit durch neue Ursachen oder durch die Dauer der alten hingehalten, so wird die Substanz der Organe auf eine eigenthümliche Weise zersetzt; es bildet sich Eiter, der eine grosse Menge neu erzeugter Zellen mit Kern, die Eiterkörperchen, enthält, welche sich von dem eiternden Gewebe ablösen. Es wird davon an einer spätern Stelle gehandelt, und wir erwähnen hier nur die auf die Eiterung bezüglichen Schriften von Gueterbock, *de pure et granulatione. Berol.* 1837. Wood, *de puris natura atque formatione. Berol.* 1837. Vogel, *über Eiter, Eiterung und die damit verwandten Vorgänge. Erlangen.* 1838. Henle in Hufel. *Journ. LXXXVI.*

Zwar beginnt die Entzündung mit Phänomenen, die der Turgescenz ähnlich sind. Die Organe nehmen durch veränderte organische Affinität zwischen Blut und Substanz mehr Blut auf als sonst, und verhindern seinen Ausfluss. Allein man muss sich sehr büten, diess vermehrtes Leben zu nennen, was eine Störung der Function bewirkt, und ein Bestreben der Natur zur Folge hat, die durch den Entzündungsreiz verursachte materielle Veränderung, eine die Action des Organes verhindernde Verletzung, wieder auszugleichen. Wäre das Leben erhöht, so würden die krankhaften Ausgänge der Entzündung nicht eintreten. In der Wiedererzeugung der Geweihe, in dem Phänomen der Erection, in der Turgescenz des Uterus nach der Conception ist wirklich Turgescenz mit örtlich vermehrter Lebenskraft verbunden. Reizung und Lebenskraft steigen hier gewissermassen in gleichem Grade, aber in dem Phänomen der Entzündung steigt nur die materielle Veränderung, und diese ist dem Organe nicht homogen, während sie in der Turgescenz dem Organe homogen ist. Daher wird bei der Turgescenz des schwängern Uterus neue Muskelsubstanz gebildet, bei der Entzündung des Uterus dagegen entsteht keine neue homogene Substanz des Uterus, sondern Faserstoff, dieselbe Materie verdirbt die entzündeten Gewebe der Lungen, Nerven u. s. w. Endlich liegt die Function eines entzündeten Theils immer darnieder, bei der Turgescenz ist sie erhöht. So nur wird es begreiflich, dass die materielle Veränderung in der Entzündnng den örtlichen Tod herbeiführen kann.

Entzündung entsteht von Reizung der Capillargefässe, ist aber an sich weder ein vermehrtes, noch ein vermindertes Leben, weder Sthenie noch Asthenie, sondern ein eigenthümlicher Zustand, der bald mit noch normalen allgemeinen Lebenskräften, bald mit unterdrückten Lebenskräften vorkommt, und im Maasse seiner Ausbildung in einem wichtigen Organe jedesmal auch die

Lebenskräfte erschöpft, wenn sie im Anfange nicht erschöpft waren; sie ist wesentlich eine durch materielle Veränderung bewirkte krankhafte Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, zusammengesetzt aus einer örtlichen Verletzung, einer örtlichen Neigung zur Zersetzung, und einer organischen Thätigkeit, welche dem Zersetzungsstreben das Gleichgewicht zu halten strebt, was zuweilen unter den Erscheinungen einer heilenden Wunde gelingt, zuweilen nicht gelingt.

c. Von den Venen.

Wenn die Kraft des Herzens ausreicht, das Blut durch die Arterien, durch die Capillargefässe, und trotz aller Hindernisse wieder durch die Venen zum Herzen selbst zu treiben, so dringt innerhalb einer gewissen Zeit so viel Blut durch die Venen wieder ins Herz, als durch die Arterien aus ihm heraustritt. Die Kraft des Herzens kann aber auch für diesen Zweck noch durch besondere Hülfsmittel unterstützt seyn. Diess sind die Klappen, welche so angeordnet sind, dass abwechselnder Druck auf die Venen die Bewegung des Blutes nach dem Herzen befördert, während der Mangel an gehöriger Körperbewegung schon aus diesem Grunde den Kreislauf erschweren muss.

Viele Neuere schreiben der Saugkraft des Herzens einen gewissen Antheil an dem Kreislaufe zu, indem nach dieser Ansicht nach der Zusammenziehung der Höhlungen diese wieder zu einem mittlern Zustande von Erweiterung gelangen, und einen relativ leeren Raum bilden. Zugenbuehler *diss. de motu sang. per venas, Archiv der Med. und Chir. Schweiz. Aerzte.* 1816. Schubarth in Gilbert's *Annalen.* 1817. Dagegen Carus, Meck. *Archiv.* 4. 412. Wedemeyer und Guenther öffneten einem Pferde die *Vena jug.*, nachdem sie oberhalb unterbunden war; in diese wurde ein Catheter gesteckt, der mit einer gebogenen Glasröhre verkittet war. Die absteigende längere Branche der Glasröhre wurde in ein Glas mit Wasser gehalten, und nun sahen Wedemeyer und Guenther, dass die Flüssigkeit bei jedem Pulsschlage, und mithin gleichzeitig bei jeder Erweiterung des Vorhofes einige Zoll aufstieg und dann wieder sank.

Dass indess diese Kraft nicht die vorzüglichste Ursache ist, durch welche das Blut sich in den Venen bewegt, beweist das Factum, dass die Kraft des Herzens bis in die Venen reicht, dass ein durchschnittener Venenstamm fortdauernd aus dem, dem Herzen entgegengesetzten, mit den Capillargefässen und Arterien in Verbindung stehenden Stücke Blut ergiesst.

Die Inspiration bewirkt ebenfalls einen Zufluss des Venenbluts in die Vorhöfe, wie Barry zeigt. Durch das Einathmen oder Erweitern der Brusthöhle entsteht in der Brusthöhle ein relativ leerer Raum, und es muss daher jede Flüssigkeit von aussen oder von innen streben, diesen Raum einzunehmen. Von aussen thut es die atmosphärische Luft, indem sie die Lungen im Maasse der Erweiterung der Brusthöhle ausdehnt, von innen müssen vermöge des

äussern Luftdruckes die Flüssigkeiten der Gefässe zuströmen, und die Gefässstämme sich strotzend füllen. Bei der Erweiterung der Vorhöfe gilt dasselbe von diesen. Froriep's *Notizen n.* 260. 374. 393. 394. Barry schob eine gebogene Röhre in die geöffnete und oberhalb unterbundene *Vena jugularis* eines Thieres, und liess das untere Ende in ein Gefäss mit gefärbter Flüssigkeit halten. Er sah, dass bei jeder Inspiration die gefärbte Flüssigkeit in der Röhre aufstieg, bei der Exspiration aber still stand, oder selbst theilweise zurücktrat.

Poiseuille bediente sich bei Untersuchung dieses Gegenstandes des schon beschriebenen Manometers. Nachdem das Instrument in die *Vena jug. ext.* eines Hundes eingeführt war, beobachtete man, dass die Flüssigkeit im Momente der Exspiration steigt, im Momente der Inspiration fällt. Das Steigen betrug 85 Millim., das Fallen — 90, später das erste 60, das zweite — 70. Bei grossen Anstrengungen betrug das Steigen während der Exspiration 140—155 Millimeter, das Fallen — 240—250 beim Einathmen.

Barry hat den Einfluss des Einathmens auf die Anziehung des Venenblutes überschätzt. Dieser Einfluss zeigt sich nur an den der Brust nahen Venenstämmen, und wird jedenfalls neutralisirt durch die Hindernisse, welche der Circulation aus der Exspiration entstehen. Poiseuille erhielt gar keine Veränderung des Niveaus an seinem Instrumente, an den ferneren Venen, z. B. den Venen der Extremitäten Das Einathmen entleert die Venenstämme der Brust, das Blut der anderen Venen findet dadurch weniger Widerstand; aber dieser Einfluss ist nicht die Hauptursache der Bewegung des Venenblutes, er fällt ohnehin bei den nicht durch Erweiterung der Brust, sondern durch Schlucken einathmenden Amphibien, bei den Fischen und im Fötus weg.

Die Veränderungen der Blutbewegung, welche durch die Athembewegungen entstehen, bewirken in einigen Theilen eine Art von Anschwellung, indem die Zusammendrückung der Brust im Ausathmen die Gefässstämme comprimirt, das Blut der Arterien stärker aus der Brusthöhle austreibt, und das Einströmen des Venenblutes in den rechten Vorhof aufhält. Man sieht daher nicht allein die Jugularvenen beim Ausathmen voller, sondern selbst das Gehirn zur Zeit des Athmens blutreicher werden, so dass das blossgelegte Gehirn auch bei Menschen, welche trepanirt sind, beim Ausathmen sich etwas erhebt, und beim Einathmen senkt. Magendie will diess auch vom Rückenmarke beobachtet haben. Während des Lebens kann bei geschlossenem Schädel keine Bewegung des Gehirns durch das Athmen entstehen, da die Schädelhöhle von festen Wänden eingeschlossen ist und das Gehirn sein Volumen nicht verändern kann. Was man darüber vorgebracht hat, lässt sich leicht durch die physicalische Unmöglichkeit widerlegen.

Wenn die Bewegung des Blutes in den Venenstämmen durch mechanische Hindernisse gehemmt wird, so entsteht Erguss von wässerigen eiweisshaltigen Theilen des Blutes in die Höhlen und ins Zellgewebe. Faserstoff wird in der Regel nicht ergossen. In

einem von A. Magnus beobachteten Falle von Ascites aber gerann die durch die Punction entleerte Flüssigkeit ausser dem Körper nach einigen Minuten völlig.

d. Von den örtlichen eigenthümlichen Bildungen im Gefässsystem.

1. Accessorische Herzen.

Es giebt accessorische Herzen der Arterien und der Venen bei einzelnen Thieren. Unter diesen Bildungen ist das Aortenherz oder der musculöse Bulbus an der Aorta der Fische und der nackten Amphibien am längsten bekannt. Bei den beschuppten Amphibien, Vögeln, Säugethieren fehlt dieses Organ und es findet sich bloss im frühesten Fötuszustande derselben eine analoge Abtheilung des Herzens. Bei den Fischen kommt das Aortenherz sowohl bei Knorpelfischen wie Knochenfischen vor, unter den ersteren haben es z. B. die Chimären, Störe, Haifische und Rochen. Um so merkwürdiger ist dagegen der absolute Mangel eines fleischigen Bulbus bei den Cyclostomen, wo er, wie ich sehe, bei Petromyzon, Ammocoetes, gleichwie bei den Myxinoiden fehlt.

Die Knorpelfische liefern einige Beispiele von Axillarherzen, musculöse Anschwellungen an den *Arteriae axillares*. Sie sind von Duvernoy bei den Chimären, von J. Davy bei den Zitterrochen, *Torpedo*, entdeckt; den eigentlichen Rochen, *Raja*, fehlen sie.

Venenherzen kennt man bloss in dem Caudalherz des Aals. Es liegt am Ende der *Vena caudalis*, und nimmt die Venen des Endes der Schwanzflosse auf, um das Blut in die *Vena caudalis* zu ergiessen. Leeuwenhoek, welcher die lebhaften Pulsationen an dieser Stelle kannte, hat die Natur der Sache nicht eingesehen. Das Caudalherz des Aals ist von Marshall Hall entdeckt. Diess Organ ist übrigens doppelt, ein rechtes und linkes. Es scheint auch bei anderen Gattungen von Aalen vorzukommen, wenigstens ist es bei *Muraenophis* in gleicher Weise vorhanden, aber es fehlt der grossen Mehrzahl der Fische.

An den äusseren Hülfsorganen der männlichen Geschlechtstheile der Haifische und Rochen scheint noch ein ähnliches accessorisches Herz vorzukommen. Wenigstens hat J. Davy an denselben ein bluthaltiges pulsirendes Organ beobachtet.

2. Erectile Gefässkörper.

Die erectilen Geschlechtsorgane bestehen wesentlich aus Blutgefässen, welche eine eigenthümliche Anordnung darbieten. Ihr Inneres ist zum grossen Theil aus einem Labyrinth anastomosirender Venen gebildet, welche bei der Erection von Blut strotzend angefüllt werden, aber auch bei dem gewöhnlichen Blutlauf das Blut leiten. Aus diesem Labyrinthe von Venen wird das Blut in viele Venen, welche die fibröse Haut der *Corpora cavernosa* durchbohren, theils in die *Venae profundae penis*, welche zwi-

schen den divergirenden Wurzeln der *Corpora cavernosa penis* hervorkommen, theils in die *Vena dorsalis penis* abgeleitet, welche auch das Blut des *Corpus cavernosum urethrae* und der Eichel aufnimmt. Die *Vena dorsalis penis* und die *Venae profundae penis* ergiessen ihr Blut in ein Labyrinth von Venen hinter der Symphyse der Schambeine, welches seine Abzüge in *Plexus vesicales* und *pudendae* hat. Cuvier vergl. *Anat.* 4. 468. Moreschi, Meck. *Arch.* 5. 403. Ribes ebend. 447. Tiedemann ebend. 2. 95. Panizza, *osservazioni antropo-zootomiche-fisiologiche. Pavia* 1830. Mayer in Fror. *Not.* 883. Mueller im *encycl. Wörterb. d. med. Wissensch.* 11. 462. Von der muskelartig aussehenden Substanz, welche Bündel zwischen den venösen Gefässen im Innern der *Corpora cavernosa* bildet, ist schon oben bei Gelegenheit der Contractilität der Arterien gehandelt.

Die Arterien zeigen im Innern der *Corpora cavernosa penis* des Menschen und mancher Säugethiere eine eigenthümliche von mir entdeckte Verschiedenheit. Die *Arteriae profundae penis* verzweigen sich wie in andern Theilen immer feiner, und gehen zuletzt in die Capillargefässe über, welche in den Wandungen der grösseren Gefässe, namentlich der venösen Geflechte enthalten sind. Ausserdem giebt es aber an den Zweigen der *Arteriae profundae penis* kleine mit der Loupe zu erkennende rankenartige Auswüchse in Form von Diverticula, *Arteriae helicinae.* Sie liegen bald einzeln, bald quastartig zusammen. Diese hohlen, meist gekrümmten, seltener wie beim Pferd im *Corpus cavernosum urethrae* traubenartigen Diverticula öffnen sich nicht ins Innere der venösen Räume, in welche sie hineinragen; es sind Erweiterungen des arteriösen Systems. Von ihren Seiten oder auch von ihren abgerundeten Enden gehen zuweilen capillare Arterien aus, welche sich weiter in dem Balkengewebe der Ruthe verzweigen. J. Mueller in M. *Arch.* 1834. *p.* 202. *tab.* 13. Valentin ebend. 1838. 182. Erdl ebend. 1841. *tab.* 15. *fig.* 1. 2.

Aus den Capillargefässen der Ruthe gelangt das Blut in die Räume der venösen Geflechte und aus diesen in die ausführenden Venen. Daher trifft man in den venösen Räumen der *Corpora cavernosa* immer Blut in den Leichen an. Bei der Erection wird der Rückfluss des Blutes aus diesen Körpern durch mechanische Hindernisse aufgehalten. Die *Musculi ischio-cavernosi* gerathen nämlich bei der Nervenstimmung zur Erection in eine anhaltende heftige Contraction, welche die Wurzeln der *Corpora cavernosa* zusammendrückt und gegen die Sitzbeine anzieht. Hierdurch wird der Rückfluss des Blutes aus den tiefen Venen der *Corpora cavernosa* gehemmt, wie Krause, Muell. *Arch.* 1837. zeigt. Auf die *Vena dorsalis penis* haben diese Muskeln zunächst keinen Einfluss. Es ist interessant, die Stärke des Druckes zu kennen, welche nöthig ist, um dem Penis durch Anhäufung von Flüssigkeit im Innern der *Corpora cavernosa* Steifigkeit zu ertheilen. In eine in das *Corpus cavernosum penis* einer Leiche gemachte Oeffnung band ich eine gläserne Röhre von 6 Fuss Höhe fest, welche senkrecht stehend mit Wasser gefüllt wurde. Der Rückfluss des Wassers in die Unterleibsvenen wurde durch einen Druck im Becken

verhindert. Bei einer Wassersäule von 6 Fuss Höhe wurde der Penis vollkommen erigirt und steif. Das bei der Erection in den *Corpora cavernosa* angehäufte Blut steht also unter einem Druck, der einer 6 Fuss hohen Wassersäule gleich ist. So stark ist ohngefähr auch der Druck, unter welchem das Blut in den Arterien fliesst.

Die Nervenaction zur Erection geht vom Gehirn und Rükkenmark aus, wird aber auch durch Erregungszustände der Genitalien selbst veranlasst, indem die centripetalen Wirkungen der sensoriellen Nerven das Rückenmark zu motorischen Wirkungen auf die bei der Erection thätigen Muskeln bestimmen. Guenther hat beobachtet, dass nach Durchschneidung der Ruthennerven beim Pferde das Glied nicht mehr erigirt werden kann. Meck. *Arch.* 1828. 364. Guenther, *Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Thierarzneikunde. Hannover.* 1837. Die Nerven des Innern der Ruthe werden von Zweigen des animalischen Systems und den Gangliennerven aus dem *Plexus hypogastricus* zusammengesetzt. Siehe J. Mueller, *über die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane. Berlin.* 1836.

Die Aufrichtung des beweglichen Lappens am Gesicht des Truthahns in der Leidenschaft hat mit der Erection in der Erscheinung einige Aehnlichkeit, unterscheidet sich jedoch davon in Hinsicht der inneren Ursachen. Diese Carunkel enthält nämlich nach Schwann's Entdeckung ein starkes Bündel wahres Muskelfleisch. Indess hat Hyrtl die interessante Beobachtung gemacht, dass das Capillarnetz in der Haut dieses Organes an der Oberfläche eine Menge blinder Fortsätze abschickt, welche an die *Arteriae helicinae* erinnern. *Oesterreich. Jahrb. XIX.* 349.

Mit dem Phänomen der Erection darf die Erhebung der Brustwarze des Mannes und Weibes bei mechanischer Reizung nicht verwechselt werden. Die Erhebung der Brustwarze tritt beim Mann sogleich ein, wenn man rasch darüber wegfährt. Die Warze wird dann dünner und länger. Säugende Weiber fahren auch zuweilen rasch über die Brustwarze weg, um sie, wenn sie eingefallen ist, zur Erhebung zu bringen. Diese Erscheinung rührt wahrscheinlich von jenem contractilen Gewebe her, das an verschiedenen Stellen unter der Haut zerstreut ist, wie in der *Tunica dartos*, in der Vorhaut und welches auch um die Hautfollikeln vorzukommen scheint, wo es das Phänomen der Gänsehaut erzeugt.

3. Wundernetze der Arterien und Venen.

Zu den vergleichend anatomischen Thatsachen von grossem physiologischem Interesse gehören ohne Zweifel die Wundernetze. So nennt man die plötzliche Zertheilung einer Arterie oder Vene in ein Büschel von feineren Zweigen, oder in viele unter einander anastomosirende Aeste, welche entweder für sich zu ihrer Bestimmung hingehen (monocentrisches oder diffuses Wundernetz), oder sich selbst wieder in einen neuen Stamm sammeln (amphicentrisches Wundernetz). Sie sind theils bloss arteriell oder ve-

nös, theils giebt es solche, welche in sich doppelt sind, indem sie aus arteriellen und venösen Röhren gemischt sind, in welchen sich das diffuse oder amphicentrische Wundernetz wiederholt, ohne dass die Röhren der einen Art mit denen der andern Art sich verbinden. Die merkwürdigsten Wundernetze sind folgende:

1. An den Arterien und Venen der Extremitäten und des Schwanzes einiger langsam sich bewegenden Saugethiere, wie *Bradypus, Myrmecophaga, Manis, Stenops.* Carlisle, *Philos. trans. act.* 1800. Vrolik, *de peculiari art. extremitatum in nonnullis animalibus dispositione. Amst.* 1826.

2. Das *Rete mirabile caroticum*, das aus Gehirnästen der *Carotis communis* bei den Wiederkäuern und beim Schwein gebildet wird, und dessen sämmtliche Zweige sich erst wieder zur *Carotis cerebralis* sammeln. Rapp (Meck. *Arch.* 1827.) zeigt, dass bei den Thieren mit einem *Rete mirabile caroticum* die Vertebralarterie nicht zum Gehirn geht, und mit der *Carotis externa* zusammenhängt, wie bei der Ziege und beim Kalb, oder bei Verbindung mit dem Wundernetz sich doch vorzüglich in die Nackenmuskeln verbreitet, wie beim Schaf. Unter den Amphibien haben die Frösche ein kleines Wundernetz am Stamme der Carotis. Huschke in Tiedemann's *Zeitschrift. IV.* 1.

3. Aehnliche Netze von Arterien finden sich in der Augenhöhle der Wiederkäuer, Katzen, Vögel nach Rapp und Barkow (Meck. *Arch.* 1829.). Hier entspringen die Arterien des Bulbus daraus.

4. Von ungeheurem Umfang sind die Wundernetze der Intercostalarterien und der *Venae iliacae* der Delphine. Breschet *hist. anat. et physiol. d'un organ de nature vasculaire. Paris.* 1836. Baer *nov. act. XVII.*

5. Einige der grössten Wundernetze sind bei mehreren Fischen von Eschricht und mir entdeckt; sie sind zugleich von Venen und Arterien zusammengesetzt. Eschricht und Mueller *über die arteriösen und venösen Wundernetze an der Leber des Thunfisches. Berlin.* 1836. Die grosse Eingeweidearterie der Thunfische (*Thynnus vulgaris* und *brachypterus*) giebt der Leber ihre Leberzweige, bildet aber an derselben Stelle mehrere sehr grosse büschelartige Wundernetze, von vielen hunderten Zweigen, welche sich wieder zu Stämmen sammeln, die sich in den Verdauungseingeweiden verbreiten; aber das vom Darm und Milz rückkehrende Blut geht, ehe es in die Leber gelangt, durch eben solche Wundernetze der Pfortader. Bei *Squalus* (*Lamna*) *cornubicus* und *Squalus* (*Alopias*) *vulpes* habe ich an anderen Stellen Wundernetze gefunden. Sie liegen beim erstern über der Leber zu jeder Seite der Speiseröhre. Das Blut der Eingeweidearterie durchgeht sie, und das aus den Lebervenen rückkehrende Blut durchgeht den venösen Theil derselben, ehe es zum Herzen gelangt. Beim *Squalus vulpes* befinden sich die Wundernetze an den Gefässen des Darms, Magens und der Milz. Andere Haifische haben nichts davon. Aber beim Schwein giebt es ein Wundernetz der Intestinalgefässe.

6. *Wundernetze der Choroidea.* Sie sind bald diffus, bald amphicentrisch. Diffuse Wundernetze finden sich in der Choroidea der Säugethiere, Vögel, Amphibien und der Knorpelfische, amphicentrische bei den Knochenfischen. Dahin gehört nämlich die sogenannte *Glandula choroidalis.* Das Arterienblut geht hier durch tausende capillarer Röhren hindurch und sammelt sich auf der andern Seite wieder in den Arterien der Choroidea. Die Venen der Choroidea vertheilen sich ebenso wieder in dem Organ in tausende von Röhren, und diese sammeln sich wieder in einen das Auge verlassenden venösen Stamm. Die grosse Arterie der *Glandula choroidalis* kommt von der sogenannten Nebenkieme oder Pseudobranchie der Knochenfische, einem Organe, welches dem Athmen fremd, zuweilen ganz von der Haut der Kiemenhöhlen, ja sogar von Muskeln bedeckt seyn kann. Es erhält arterielles Blut und giebt venöses Blut, also umgekehrt wie die wahren Kiemen. Das Merkwürdigste ist aber, dass sich seine Vene gleich einer Pfortader in die Arterie der *Glandula choroidalis* verwandelt. Daher auch das Gefässsystem der Nebenkieme in die Kategorie der Wundernetze tritt. Siehe J. Mueller in *Abhandl. d. Acad. der Wiss. a. d. J.* 1839.

7. *Wundernetze der Schwimmblase.* Sie sind entweder diffus, wie an der Schwimmblase der Cyprinen und Hechte, oder amphicentrisch; im letztern Falle bilden sie die rothen Körper der Schwimmblase, deren Arterien und Venen sich wieder in der Schwimmblase verzweigen, wie beim Aal, Perca, Gadus u. a. Wundernetze kommen übrigens in der Schwimmblase bald ohne, bald gleichzeitig mit einem Ausführungsgang des Organes in den Schlund vor. So haben die Cyprinen, Hechte und Aale den Canal, die Gadoiden, Percoiden u. a. nicht. In vielen Schwimmblasen, die einen Luftgang haben, fehlen die Wundernetze ganz, wie bei den Stören, Welsen, Clupeen, Salmonen.

Entweder haben diese Bildungen einen mechanischen oder einen chemischen Einfluss auf das Blut. Die Vertheilung des Blutes auf viele feinere Röhren, die sich doch wieder sammeln, scheint den Zweck einer örtlichen Verlangsamung des Blutstroms zu haben, indem die vermehrte Reibung diese Folge haben muss. Diese Erklärung passt auf alle Formen der Wundernetze. Der Durchgang des Blutes des Verdauungssystems durch 2 Capillargefässnetze, des Darmkanals und der Leber, scheint schon bei allen Wirbelthieren auf örtliche Verlangsamung des Blutstroms berechnet zu seyn; die Wundernetze der erwähnten Fische müssen den Blutstrom noch langsamer machen. Für die Supposition einer chemischen Wirkung hat man bis jetzt keine anderen Gründe als die Vergleichung mit den Lymphdrüsen, welche auch amphicentrische Wundernetze der Lymphgefässe sind. Vielleicht findet in den gemischten arteriösen und venösen Wundernetzen mit capillarer Feinheit der Röhren eine Wirkung der einen Art der Röhren auf die andere statt, wodurch das Blut für den Zweck der Luftabsonderung in der Schwimmblase vorbereitet werden kann.

V. Capitel. Vom Verhalten der Blutgefässe bei der Aufnahme und Ausscheidung der Stoffe.

a. Von der Resorption.

Vor der Entdeckung der Lymphgefässe durch Asellius 1622 schrieb man den Venen die Resorption zu. Nach dieser Entdeckung, und nachdem man die Lymphgefässe in den meisten Organen kennen gelernt hatte, hielt man sie für die alleinigen Organe der Resorption. Die Thatsache der unmittelbaren Resorption in das Blut ohne Vermittelung der Lymphgefässe musste wieder auf einem langwierigen experimentellen Wege gefunden werden, wobei sich Magendie, Emmert, Mayer, Lawrence, Coates, Tiedemann, Gmelin und Westrumb vorzügliche Verdienste erworben haben.

Thatsachen über die unmittelbare Resorption der Blutgefässe.

Magendie und Delille unterbanden die Darmschlinge eines Hundes, dessen Lymphgefässe durch eine gute Mahlzeit vorher sichtbar gemacht, an zwei Stellen. Sie unterbanden auch die Lymphgefässe dieser Schlinge mit zwei Ligaturen, und schnitten sie dazwischen durch. Sie überzeugten sich, dass keine weiteren Lymphgefässe von der Darmschlinge führten, so dass dieselbe nur durch die Arterien und Venen mit dem Kreislaufe in Verbindung stand. Darauf injicirten sie in die Darmschlinge 2 Unzen *Decoct. nuc. vom.*, der Ausfluss wurde durch eine Ligatur gehindert. Nach 6 Minuten zeigten sich die Symptome der Vergiftung. Meck. *Arch.* 2. 1816. *p.* 253. *précis de physiol.* 2. 203.

Magendie legte bei einem jungen Hunde von 6 Wochen eine Jugularvene bloss, und isolirte sie in ihrer ganzen Länge, so dass er eine Karte darunter bringen konnte. Dann liess er auf die Vene eine wässerige Auflösung von *Extract. nuc. vom. spirit.* wirken. Die Vergiftungssymptome zeigten sich vor der vierten, bei erwachsenen Hunden nach der 10. Minute. *Physiol.* 2. 279.

Segalas (Magendie, *Journal de Physiol.* 2. *p.* 117.) hat diese Versuche auf andere Art wiederholt. Er konnte nach Unterbindung der Blutgefässe oder der blossen Venen einer Darmschlinge und bei unversehrten Lymphgefassen, in einer Stunde nicht einen Hund durch Application des Giftes in der Darmschlinge tödten.

Mayer's Versuche mit Einspritzung von blausaurem Kali in die Lungen verdienen eine umständlichere Erwähnung. In 2—5 Minuten kann dieses Salz schon im Blute gefunden werden, in dessen Serum durch Anwendung von salzs. oder schwefels. Eisenoxyd ein grüner oder blauer Niederschlag erfolgt. Dieser Uebergang ins Blut ist zu schnell, als dass er durch Vermittelung des langsameren Laufes der Lymphe erklärt werden könnte. Bei Einspritzung jener Salzauflösung in die Lungen zeigte sie sich zuerst im Blute, viel später im Chylus, früher im linken Herzen,

wann im rechten Herzen noch keine Spur zu erkennen war, was sich umgekehrt verhalten müsste, wenn die Aufsaugung durch die Lymphgefässe geschehen wäre, indem die Lymphe zunächst in das Körpervenenblut geführt wird. Schon 8 Minuten nach der Einflössung in die Lungen erkennt man die Flüssigkeit im Harn. Man bemerkt sie ferner in der Haut, in der Feuchtigkeit der Gelenkhöhlen, in der Höhle des Unterleibes, in der Brusthöhle, im Herzbeutel, im Fette, in den fibrösen Häuten, z. B. *Dura mater*, in den Aponeurosen, in der *Arachnoidea*, in den Kapsel- und Seitenbändern, inneren Gelenkbändern (z. B. *Lig. cruciat.* des Kniegelenkes, *Lig. teres* der Pfanne), in der Knorpelhaut, in den Klappen des Herzens. Meck. *Arch. T.* 3. 1817. 485.

Die Versuche, welche die Akademie der Medizin von Philadelphia anstellte (*Philadelph. Journ. N.* 6. Froriep's *Not. N.* 49.), scheinen zum Theil mit den vorhergehenden im Widerspruch zu stehen, und für die vorzugsweise Aufnahme durch die Lymphgefässe zu sprechen. Allein sie sind nach der Art, wie sie angestellt wurden, nicht beweiskräftig. Die Akademie fand nach Injection in das Abdomen oder den Darm von der Solution von blausaurem Kali, 35 Minuten und mehr nachher in der Mehrzahl der vielen Versuche den Chylus deutlich bei Zusatz von Eisensalz blau gefärbt, dagegen sich in dem Serum des Blutes und im Urin meist auch eine schwache Färbung zeigte. Der Zeitraum von 35 Minuten ist viel zu gross; man hätte, wie in Mayer's Versuchen, mehrere Minuten nach der Injection Blut und Harn untersuchen müssen. Denn so wie die Versuche angestellt wurden, beweisen sie nur, dass chemische Agentien auch durch die Lymphgefässe aufgesogen werden. So fanden die Verfasser in einem Falle (N. 36.) 2 Minuten, nachdem eine Katze 1 Unze von der blausauren Kalisolution verschlungen, als sie die Katze verbluten liessen, das Salz im Urin, wenn gleich nicht im Serum des Blutes und im Chylus, wo das Salz doch lediglich in das Blut, und vom Blute in den Harn gelangt seyn konnte. Die Commission der Akademie unterband in mehreren Fällen die *Vena portarum*, welche das Blut vom Darme aufnimmt; gleichwohl erzeugte *Nux vomica* in eine Darmschlinge gebracht, nach 23 und mehr Minuten *Tetanus*, während die blosse Unterbindung der *Vena portarum* in anderen Fällen zwar auch, aber ohne Krämpfe tödtete. Diese Versuche scheinen zu beweisen, dass die Lymphgefässe des Darmes das Gift ins Blut gebracht hatten. Diess kann auch wohl seyn in einem Zeitraume von 23 Minuten, ohne dass daraus die Resorption in das Blut in kürzerer Zeit widerlegt wird. Auch anastomosiren Zweige der Darmvenen mit Zweigen der untern Hohlvene. Siehe oben pag. 152.

Westrumb fand nach Einspritzung von blaus. Kali in den Magen diess schon nach 2 Minuten im Harn, ohne dass Lymphe und Chylus blaus. Kali enthielten. Die Ureteren waren durchschnitten und daran Röhrchen befestigt worden, woraus der Harn aufgefangen wurde. Meck. *Archiv.* 7. 525. 540.

Tiedemann und Gmelin fanden in ihren zahlreichen Versuchen mit Farbestoffen und Salzen, die sie in den Mund eingege-

ben, und die leicht als solche oder durch Reagentien erkannt werden, nach mehreren Stunden niemals etwas von Färbestoffen in den Chylus übergegangen, obwohl diese Stoffe im Blute und im Urin erkannt wurden, und obgleich sie bis in den Darm gelangt waren. Von Salzen fand sich unter zahlreichen Versuchen nur einigemal etwas in den Chylus übergegangen; bei einem Pferde, das schwefelsaures Eisen bekommen hatte; so wie einmal blausaures Kali im Chylus eines Hundes vorkam, dagegen nicht in einem andern Versuche; schwefelblaus. Kali zeigte sich im Chylus eines Hundes. Der Einwurf, dass die Substanzen schon aufgesogen seyn konnten, widerlegt sich aus dem Umstande, dass der Darm noch eine Menge aufsaugbarer Stoffe enthielt. Diese Resultate, welche durch die Genauigkeit der Versuche einen hohen Grad von Zuverlässigkeit haben, stimmen mit den von Hallé (Fourcroy *syst. des connaiss. chim.* 10. 66.) und Magendie (*physiol. ed.* 1. *T.* 2. 157.) gemachten Versuchen überein. Dagegen sie mit den Versuchen von Martin Lister und Musgrave (*Phil. Trans.* 1701. 819.), von Hunter, Haller und Blumenbach im Widerspruche stehen, wie denn auch Viridet und Mattei an dem Chylus eine gelbe und rothe Farbe nach Füttern mit Eigelb und rothen Rüben bemerkt haben wollen.

Fodera füllte bei einem lebenden Thiere eine Darmschlinge mit einer Auflösung von blausaurem Kali, und unterband sie an zwei Stellen, tauchte die Darmschlinge dann in eine Solution von schwefelsaurem Eisen, und sah die Lymphgefässe und Venen blau werden. *Recherch. exp. sur l'exhalation et l'absorption. Par.* 1824. Schroeder v. d. Kolk sah bei diesem Experimente bloss die blaue Farbe in den Lymphgefässen, aber nicht in den Venen. Das blausaure Kali im Darme hatte nach einer halben Stunde noch nicht seine Farbe verändert, so dass das schwefelsaure Eisen noch nicht durch die ganzen Darmwände eingedrungen war. Diess beweist nicht absolut gegen den unmittelbaren Uebergang der Stoffe ins Blut. Denn die ins Blut übergegangenen kleinen Quantitäten werden sogleich weiter bewegt, dagegen die Bewegung des Chylus in den Lymphgefässen nicht sehr schnell ist. Auch ist eine blaue Farbennuance am Blute selbst äusserst schwer, und nur sicher am Blutserum zu erkennen. Lawrence und Coates erkannten das Salz nicht eher im Blute, bis es sich im obern Theile des *Ductus thoracicus* zeigte. Froriep's *Not.* 77.

Mehrere Versuche sind mit Unterbindung des *Ductus thoracicus* von Brodie, Magendie, Delille und Segalas angestellt worden. Brodie sah tödtliche Wirkung des Weingeistes, des Woragiftes, auch nach Unterbindung des *Ductus thoracicus.* Brodie, *Phil. Transact.* 1811. Reil's *Archiv. T.* 12.

Da der *Ductus thoracicus* zuweilen Nebenverbindungen bei Thieren eingeht, zuweilen, wie beim Schweine, Zweige in die *Vena azygos* übergehen, zuweilen sogar selbst ein rechter *Ductus thoracicus* vorhanden ist, die Lymphgefässe aber vielfach mit einander in Verbindung stehen, so kann die Unterbindung des *Ductus thoracicus* den Uebergang der vergifteten Lymphe in das Blut nicht absolut hindern.

Emmert's Versuche zeigen den unmittelbaren Uebergang von Stoffen in das Blut durch den Mangel jenes Ueberganges nach Unterbindung der Blutgefässe. Emmert unterband die *Aorta abdominalis.* Nun brachte er blausaures Kali und ein Decoct der *Angustura virosa* in verschiedene Wunden der Füsse. Das blausaure Kali wurde resorbirt und im Urin entdeckt, aber die Angustura wirkte nicht vergiftend wie gewöhnlich. In einem andern Versuche sah Emmert nach Unterbindung der *Aorta abdominalis* von Blausäure, die in eine Wunde des Fusses gebracht worden, selbst nach 70 Stunden keine Folgen; als aber dann das Ligament von der Aorta gelöst wurde, trat die Vergiftung nach einer halben Stunde ein. Meck. *Archiv I.* 1815. *p.* 178. Jacobson endlich hat gezeigt, dass blausaures Kali bei den Mollusken, welche keine Lymphgefässe besitzen, doch leicht von allen Oberflächen ins Blut gelangt, und daraus wieder durch die Secretionsorgane ausgeschieden wird. Froriep's *Notizen.* 14. *p.* 200.

Zur Literatur dieses Gegenstandes gehören: Schnell, *diss. sist. hist. veneni upas antiar. Tub.* 1817. *Tübing. Blätter.* 3. 1. 1817. Schabel, *de effectibus veneni rad. veratri albi et hellebori nigri. Tub.* 1819. Westrumb, *physiologische Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannover.* 1825. Tiedemann und Gmelin, *Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen. Heidelb.* 1820. Seiler und Ficinus in *Zeitschrift für Natur- und Heilkunde.* 2. 378. Jaeckel, *de absorptione venosa. Vratislav.* 1819. Lebkuchner, *diss. utrum per viventium adhuc animalium membranas atque vasorum parietes materiae ponderabiles illis applicatae permeare queant nec ne. Tub.* 1819. Wedemeyer *über den Kreislauf. Hannover.* 1828. 421.

Permeabilität der thierischen Membranen für Gase und Flüssigkeiten.

Man hat diesen Uebergang der aufgelösten Stoffe in die Capillargefässe bisher von einer eigenen Resorptionskraft der Venen abhängig gemacht. Allein es lässt sich zeigen, dass aufgelöste Stoffe auch ohne die eingebildete Resorptionskraft der Venen in das Blut der Capillargefässe dringen, und wenn diess ist, so verbreiten sie sich darum zunächst mit dem Venenblute, weil alles Blut aus den Capillargefässen von den Arterien aus die Bewegung nach den Venen und nach dem Herzen hat. Das Urphänomen des unmittelbaren Ueberganges von aufgelösten Stoffen ins Blut ist die Tränkung der thierischen, auch todten Theile mit Flüssigkeit durch ihre unsichtbare Porosität oder die Imbibition. Jede organische Resorption setzt diesen physikalischen Zustand voraus.

Gase und tropfbare dünnflüssige Stoffe durchdringen mit dem, was sie aufgelöst enthalten, nasse thierische Theile. Zweierlei Gase in und ausser einer nassen thierischen Blase, die vorher trocken gewesen seyn kann, setzen sich ins Gleichgewicht der Vertheilung. Ein Gas durchdringt eine nasse Blase, um von darin befindlicher Flüssigkeit absorbirt zu werden; schon hieraus sieht man, wie luftförmige Stoffe beim Athmen an das Blut treten können, ohne dass Blutkörperchen ausfliessen. Denn die Gase

durchdringen die Häute, welche von Capillargefässen und kreisendem Blute durchzogen sind, und lösen sich im Blute dieser Capillargefässe auf, während die Häute der Gefässe zwar durch ihre allgemeine unsichtbare Porosität für Gase und tropfbarflüssige aufgelöste Stoffe permeabel sind, aber keine dem Durchmesser der Blutkörperchen entsprechende Oeffnungen haben. Ueberbindet man ein mit Wasser gefülltes Glas dicht auf dem Wasser mit einer feuchten Thierblase, und streut ein Salz auf die feuchte Blase, so löst sich das Salz in dem die Poren der Blase durchdringenden Wasser auf, und theilt sich von diesem Wasser dem Wasser des Gefässes mit.

Die Grundursache der Imbibition, der Permeabilität der thierischen Theile, ist daher das Vermögen der Stoffe, sich in der Flüssigkeit, in der sie aufgelöst worden, gleichförmig zu verbreiten. Ein aufgelöstes Salz strebt sich in einer andern Flüssigkeit, womit es sich mischen kann, weiter zu vertheilen, wie Salzwasser und Wasser sich ins Gleichgewicht der Vertheilung setzen. Da nun die thierischen Theile von wässerigen Flüssigkeiten weich, und ihre Poren von wässeriger Flüssigkeit angefüllt sind, so wird ein aufgelöster Stoff sich dem Wasser dieser Poren mittheilen, und selbst durch die Poren einer Membran hindurch sich wieder in Flüssigkeiten, welche die Membran berühren, weiter zu vertheilen streben, bis das Gleichgewicht der Vertheilung zwischen zweien, die Membran berührenden, Flüssigkeiten hergestellt ist.

Es giebt indessen besondere Umstände, wo die Imbibition durch Capillarität und Anziehung verstärkt wird. Das Erstere ist der Fall beim Aufweichen eines trockenen thierischen Theiles, wo die Capillarität der leeren Poren das Eindringen der tropfbarflüssigen Stoffe befördern muss. Das Zweite zeigt sich in den Phänomenen von gleichzeitiger, aber ungleicher Imbibition zweier Flüssigkeiten.

Endosmose.

Bringt man in eine Glasröhre, die unten mit Thierblase zugebunden ist, eine Auflösung von irgend einem Salz, von Zucker, und stellt man die gefüllte Röhre in ein Gefäss mit dest. Wasser, so steigt allmählig das Niveau der innern Flüssigkeit, und bisweilen um mehrere Zoll. Durch Reagentien erkennt man aber auch, dass zugleich Theilchen der Auflösung in das äussere Wasser durchgedrungen. Das Steigen des Niveaus dauert so lange fort, bis beide Flüssigkeiten in und ausser der Röhre homogen geworden sind. Enthält die Röhre Wasser, das äussere Gefäss die Salzlösung, so sinkt das Wasser der Röhre. Enthalten beide Gefässe Lösung verschiedener Salze von gleicher Concentration, so vermischen sich die Salze. Ein Darmstück von einem jungen Hühnchen zur Hälfte mit einer Lösung von Gummi, Zucker oder Kochsalz gefüllt, an beiden Enden zugebunden, schwillt in eine Schale mit Wasser gelegt an, wird dagegen noch leerer, wenn es reines Wasser enthält, dagegen in Zuckerwasser liegt. Dieselben

Phänomene beobachtet man, wenn man statt Thierblase mineralische poröse Körper anwendet.

Man hat zwei Erklärungen des Phänomens. Die erste von MAGNUS und POISSON besteht darin, dass die Attraction zwischen den Theilchen einer Salzlösung zusammengesetzt ist aus den gegenseitigen Attractionen des Wassers und Salzes, und aus der Attraction der homogenen Theile des Wassers für sich und des Salzes für sich. Diese vereinte Attraction ist grösser als die der Wasserpartikelchen. Die zweite Erklärung besteht im Folgenden: Die thierische Blase lässt sich, insofern sie porös ist, als ein System capillarer Röhrchen betrachten, welche anziehend auf die durchgehenden Flüssigkeiten wirken, welche sich durch das die Poren ausfüllende Wasser auszugleichen streben. Nimmt man nun an, dass eine dieser Flüssigkeiten eine stärkere Anziehung zum Stoff der Blase erleidet, so wird sie länger beim Durchgang durch die Capillarporen aufgehalten, als die andere, die darum in ihrem Gefässe fallen muss. Das Niveau der erstern wird aber so lange steigen, bis der zunehmende Druck der steigenden Wassersäule jener stärkeren Anziehung das Gleichgewicht hält. BIOT, *Experimental-Physik, übersetzt von* FECHNER. 1. *p.* 384. POISSON, POGGEND. *Ann.* 11. 134. FISCHER, ebend. 126. MAGNUS, ebend. 10. 153. WACH, SCHWEIGG. *Journal.* 1830. *p.* 20. DUTROCHET, *l'agent immédiat du mouvement vital. Paris.* 1826. *Nouv. rech. sur l'endosmose. Paris.* 1828.

Es ist nicht constant, dass die dichtere Lösung mehr von der dünnern, als diese von jener anzieht, wovon die Gase schon das Gegentheil zeigen, sondern es scheint die chemische Constitution und das physikalisch-chemische Verhältniss der Flüssigkeit zur Thierblase dabei eine grosse Rolle zu spielen. Wässeriger Weingeist in einer Thierblase aufbewahrt, concentrirt sich, indem bloss das Wasser verdunstet. Vergl. STAPLES Versuche in KASTNER's *Archiv für Chemie. Bd.* 3. *H.* 1—3. *p.* 282. Ein Darmstück eines Huhns mit wässeriger Lösung von Mimosengummi und Rhabarbarin zum Theil gefüllt, und zugebunden in Wasser gelegt, schwoll auf, während Rhabarbarin heraustrat. Aehnliche Säcke mit schwacher Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul in Wasser gelegt, das Blutlaugensalz enthielt, schwollen auch auf, weil Wasser eingedrungen war; sie hatten an die umgebende Lösung Eisensalz abgegeben und dieselbe gebläuet. Im Darme war aber keine Spur von blauer Farbe. Ueber das Verhalten der Gase hat FAUST Versuche angestellt. FRORIEP's *Not. N.* 646. Eine mit atmosphärischer Luft halbgefüllte Blase unter einer mit kohlensaurem Gas gefüllten Glocke schwoll an, und eine mit Wasserstoffgas gefüllte Blase unter eine mit kohlensaurem Gas gefüllte Glocke gebracht, schwoll bis zum Zerplatzen auf. Dagegen ein leichteres Gas in der Glocke das Zusammenfallen der mit dem schwereren Gas gefüllten Blase bewirkt.

Schnelligkeit der Aufnahme und Verbreitung aufgelöster Stoffe mit dem Blute.

Ich wünschte zu wissen, wie schnell etwas durch Imbibition in die erste Schicht der Capillargefässe eines von Epidermis freien Theiles, und so in das Blut eindringen kann. Da das zarte Häutchen der Darmzotten vom Kalbe und Ochsen von 0,00174 P. Z. Dicke noch blutführende Capillargefässe enthält, so kann man sich nach dieser Dicke einen Begriff von der Tiefe machen, bis zu welcher aufgelöste Substanzen eindringen müssen, um in die erste Schicht von Capillargefässen einer von Epidermis freien Haut einzudringen. Ich spannte nun über ein Gläschen von sehr dünnem Hals die Urinblase eines Frosches, und bei einem zweiten Versuche die Lunge eines Frosches, nachdem ich vorher etwas von einer Auflösung von blausaurem Kali in das Gläschen gethan hatte; auf die Oberfläche des nassen Häutchens brachte ich mit einem Pinselchen etwas von einer Auflösung eines Eisensalzes (salzsaures Eisenoxyd). In demselben Moment drehte ich das Gläschen um, so dass das blausaure Kali die innere Fläche des Häutchens berührte. In nicht längerer Zeit als einer Secunde hatte sich ein schwacher blauer Fleck gebildet, der bald stärker wurde; daraus geht hervor, dass aufgelöste Stoffe spurweise innerhalb einer Secunde eine Membran von der Dicke einer ausgespannten Urinblase des Frosches durchdringen. Diese Membran enthält noch mehrere Hautschichten, und ist sehr viel dicker als das organisirte Häutchen der Darmzotten von 0,00174 P. Z. Man kann also annehmen, dass eine aufgelöste Substanz spurweise schon innerhalb einer Secunde in die oberflächlichen Capillargefässe eines von Epidermis freien Theiles und so ins Blut gelangt. Da nun das Blut nach Hering in $\frac{1}{2}$, nach Anderer Berechnung in 1—2 Minuten im ganzen Körper herumgetrieben wird (p. 153.), so kann man annehmen, dass eine Spur einer aufgelösten Substanz, die mit einer epidermislosen organisirten Haut in Berührung kommt, innerhalb $\frac{1}{2}$—2 Minuten spurweise durch den Kreislauf verbreitet seyn kann.

Die narkotischen Gifte wirken zwar durch Vernichtung der Nervenkräfte, allein sie bringen auf Nerven, örtlich applicirt, nur örtliche Wirkungen hervor. Tauchte ich den Nerven eines abgelösten Froschschenkels einige Zeit in eine wässerige Opiumauflösung, so verlor die eingetauchte Strecke des Nerven ihre Reizbarkeit, d. h. ihre Fähigkeit, auf Reize Zuckungen des Schenkels zu erregen. Allein unter der mit dem Gifte in Berührung gekommenen Stelle behielt der Nerv seine Reizbarkeit, woraus folgt, dass das Opium die Nervensubstanz selbst verändert, dass aber die örtliche narkotische Vergiftung nicht durch die Nerven zur allgemeinen Vergiftung verbreitet wird. Auch wird ein Frosch, der sonst gegen Opium sehr empfindlich ist, innerhalb mehrerer Stunden, nicht vergiftet, wenn man den Schenkel so amputirt, dass nur der Nerve die Communication zwischen Rumpf und Unterschenkel unterhält, und nun den Unterschenkel in eine

Opiumauflösung gesenkt erhält, den Frosch aber so befestigt, dass der Rumpf desselben nicht durch Bewegung des Frosches von der Opiumauflösung bespritzt wird. Diese, wie so viele andere von namhaften Physiologen angestellte Versuche, welche wir in der Nervenphysik anführen werden, beweisen, dass die narkotischen Gifte ihre allgemeinen Wirkungen auf das Nervensystem nach ihrer Aufnahme ins Blut durch die Circulation ausüben. Auch lässt sich die schnelle Wirkung der narkotischen Gifte nach den oben angeführten Thatsachen über die Aufsaugung durch Imbibition vollkommen erklären. Die Blausäure äussert ihre Wirkung von allen narkotischen Giften am schnellsten. Auch die weingeistige Auflösung des *Extracti nucis vomicae spirituosi* bewirkt, in einiger Quantität in den Mund von jungen Kaninchen gebracht, den Tod fast auf der Stelle, dagegen dieses Gift, auf einen blossgelegten Nerven, z. B. den *Nervus ischiadicus*, applicirt, gar keine allgemeinen Wirkungen hervorbringt, wie denn auch WEDEMEYER beobachtet hat, dass concentrirte Blausäure, auf einen blossen Nerven applicirt, nicht wirkte. Die Blausäure, auf Schleimhäute applicirt, wirkt nach CHRISTISON's Versuchen nach 30—40 Secunden. Innerhalb dieser Zeit kann sie aber spurweise in das Gefässsystem eingedrungen und verbreitet seyn, wie aus den schon erwähnten Thatsachen hervorgeht.

Durch die schnelle Aufnahme aufgelöster Stoffe in die Capillargefässe und ihre schnelle Verbreitung durch den Kreislauf erklärt sich vollkommen leicht der schnelle Uebergang der genossenen aufgelösten Stoffe in den Harn, ohne dass man in die Barbarei verfallen kann, geheime Harnwege, zwischen Magen und Nieren anzunehmen. Nach WESTRUMB erfolgt dieser Uebergang bei löslichen Salzen schon in 2—10 Minuten spurweise. Denn nach dieser Zeit konnte er blausaures Kali, das einem Thiere gegeben worden, in dem Urin entdecken, indem er den Urin unmittelbar aus dem Harnleiter des eröffneten Thieres auffing. In der Regel erfolgt dieser Uebergang aber viel später, wie aus STEHBERGER's Versuchen hervorgeht. Siehe den Art. vom Harn.

Die Stoffe, welche in das Blut der Darmvenen durch Imbibition gelangen, kommen nicht sogleich in die Hohlvene, sondern mit dem Darmvenenblut durchkreisen sie zunächst erst die Leber, und kommen dann erst in den ganzen Kreislauf. MAGENDIE hat beobachtet, dass dieser Umweg durch die Leber die Wirksamkeit mancher Stoffe verändert. So bewirkt eine Gramme Galle oder viel atmosphärische Luft in die Vena cruralis eines Thieres eingespritzt, sogleich den Tod. Diess hat bei der Injection in die Pfortader gar keinen Nachtheil. Manche Stoffe erleiden schon im Darmcanal eine Veränderung, weil sie durch Wunden, nicht aber im Darmcanal aufgesogen werden. So soll Viperngift innerlich genommen nach REDI und MANGILI (MECK. *Archiv.* 3. 1817. *p.* 639.), STEVENS (*on the blood. p.* 137.) keine giftigen Wirkungen äussern; und nach COINDET soll der Speichel der Hydrophobischen nicht durch den Darmcanal anstecken. FRORIEP's *Not.* 1823. *Septbr.* 170.

Magendie hat die Beobachtung gemacht, dass Ueberfüllung der Blutgefässe mit Flüssigkeit die Resorption schwächt. Nach Einspritzung von Wasser in die Venen eines Thieres fand die Absorption von fremdartigen Stoffen durch thierische Häute nicht statt, die sich nach einem Aderlasse wieder einstellte. Dagegen beschleunigte ein Aderlass die Absorption, so dass Phänomene, die sonst nur nach 2 Minuten, jetzt schon in $\frac{1}{2}$ Minute eintraten.

Ob die Venen auf die durch Imbibition in die Capillargefässe eindringenden Stoffe auch eine Anziehung ausüben, vermöge der Erweiterung des Herzens, dessen Raum das Venenblut auszufüllen strebt, ist noch zweifelhaft. Jedenfalls muss aber die Bewegung des Blutes die Imbibition befördern, insofern das Eingedrungene sogleich weiter geht, die Sättigung des Blutes mit dem eindringenden Stoff also an diesem Orte nicht zu Stande kommt.

Am schnellsten geschieht die Aufsaugung in den Schleimhäuten, serösen Häuten und Wunden, viel langsamer in der mit Epidermis überkleideten Haut *). Da die äussere Haut am häufigsten mit fremdartigen Stoffen in Berührung kommt, und auch der Application der Arzneien fähig ist, so ist die nähere Untersuchung hierüber von Wichtigkeit. Siehe Westrumb, Meck. *Arch.* 1827. Sewall, Meck. *Arch.* 2. 146. Alle metallischen Präparate wirken, in die Haut eingerieben, in geringerem Grade als innerlich. Das Quecksilber heilt auf diese Art die Syphilis und bewirkt Speichelfluss; *Tart. stibiat.* erregt Erbrechen nach Letsom und Brera; Arsenik vergiftet durch die Haut. Auch die vegetabilischen aufgelösten und auflösbaren Stoffe wirken. So erregt nach Haller weisse Niesswurz, auf den Unterleib gelegt, Erbrechen, und heftiges Purgiren, wenn die Füsse mit Abkochung dieser oder der schwarzen Niesswurz gewaschen werden. Sabadillsamen erregte in Lentin's Beobachtung die heftigsten Krämpfe, und in den Bauch eingerieben Purgiren; Canthariden erregen Harnstrenge; Narkotica narkotisiren. Campher ist nach Magendie in der Lungenausdünstung erkennbar; Terpenthinöl am Veilchengeruch des Urins; blausaures Kali, Rhabarber, Färberröthe geben sich im Blute, Harn etc. zu erkennen. Allein sehr viel stärker wirkt die Application aller Arzneien und Gifte auf die von der Oberhaut (durch Blasenpflaster) entblösste Haut (*methodus endermica*) **).

*) Manche Theile werden von der Haut nicht aufgesogen, weil sie unauflöslich sind; so bleiben zuweilen in Ritzen der Haut eingeriebene Farbestoffe oder Pulverkörner von einer Explosion das ganze Leben hindurch in der Haut liegen. Andere Stoffe bleiben in der Haut, weil sie sich chemisch damit verbunden haben. So wird die Haut der Kranken, welche lange salpetersaures Silber nehmen, zuletzt für immer schieferfarben und schwärzlich.

**) Ob die mit Oberhaut bedeckte Haut Wasser aufzunehmen fähig ist, ist lange ein Streit gewesen und schwer auszumitteln, weil die Haut durch Ausdünstung Wasser verliert. Sicher ist die Epidermis hygroskopisch und quillt im Wasser auf. Die mit Wiegen des Körpers und des Wassers bei Bädern angestellten Versuche von Falconer, Alexander und Andern halte ich für unzuverlässig. Seguin und Currie erhielten überdiess keine Gewichtszunahme. Seguin, *Ann. de chimie. T.* 90. 185. *T.* 92. 33. Meck. *Archiv.* 3. *p.* 585. Natürlich beweisen solche Ver-

Organische Wirkungen bei der Resorption der Blutgefässe.

Zur Erklärung der Aufsaugung von Flüssigkeiten und nicht bloss der Mittheilung der darin aufgelösten Stoffe reicht man weder mit der Imbibition, noch mit der Endosmose aus. Wasser im Magen wird allerdings das Bestreben haben, sich in dem Blute der Capillargefässe zu vertheilen, und die Blutkörperchen werden bei ihrer grossen Anziehungskraft gegen Wasser an der Aufsaugung desselben bei ihrem Durchgange durch die Capillargefässe Antheil nehmen. Allein die Aufsaugung concentrirter Lösungen von Stoffen ist völlig nach diesen Principien unerklärbar, z. B. die Aufsaugung von Blutwasser in den Höhlen bei der Heilung der Wassersucht. Hier müssen also eigenthümliche organische Anziehungen von Seiten der Lymphgefässe oder auch der Blutgefässe selbst wirken. Dass letztere unter gewissen Umständen dazu fähig sind, nämlich dieselbe resorbirende Thätigkeit wie die Lymphgefässe ausüben, beweist der Uebergang der ernährenden Flüssigkeiten von der Mutter in das Kind durch die Capillargefässe der kindlichen Placenta. Eine Communication zwischen den Gefässen der Mutter und denen des Fötus findet nicht statt. Die Arterien des Uterus gehen in die Venen des Uterus, die Arterien des Kindes in der Placenta nur in die Venen des Kindes über. Weber hat über die Art dieser Gemeinschaft sehr interessante Aufschlüsse gegeben. *Anat.* 4. 496. Die feinsten Verzweigungen der Gefässe in der Placenta finden auf zottenförmigen Fortsätzen derselben statt. Auf diesen ganz geschlossenen verzweigten Zotten verbreiten sich die feinsten Arterien und gehen durch einfache Umbiegung in feine Venen über. Die Büschel dieser Zotten mit den capillaren Umbiegungen der Arterien in Venen sind nun in die sehr dünnhäutigen Venen der Mutter an der innern Fläche des Uterus eingesenkt, und werden von dem venösen Blute der Mutter umspült. Wahrscheinlich zieht das Blut des Fötus hier aufgelöste Stoffe aus dem Blute der Mutter an, während das Fötusblut durch die Capillargefässe der Zotten fliesst.

Hier findet ohne Zweifel zwischen Blut der Mutter und Blut des Kindes eine Art Endosmose statt, wodurch das Blut des Kindes durch die zarten Häute seiner Gefässe mehr aufnimmt als abgiebt, aber diese organische und lebendige Endosmose ist von der physicalischen Endosmose so ganz verschieden.

Bei den wiederkäuenden Thieren stecken die Zotten der Cotyledonen des Eies nicht in Venen des Uterus, sondern in scheidenförmigen Vertiefungen des Uterus, gleich wie Wurzeln.

suche, wo im Wasser aufgelöste Färbestoffe oder blausaures Kali nach einem Bade sich im Urin erkennen liessen, nicht für die Aufsaugung des Wassers selbst, da Salze durch eine von zwei Seiten mit Wasser in Berührung stehende thierische Membran durchdringen können, ohne dass sich das Niveau des Wassers verändert. Die Aufsaugung von Gasen durch die Haut ist von Abernethy beobachtet.

Allein diese Vertiefungen im Uterus sind mit den Capillargefässen des Uterus ausgekleidet, während die selbstständigen Capillargefässe des Kindes sich nur auf den Zotten der Cotyledonen verbreiten. Hier müssen die Capillargefässe der Mutter Stoffe ausscheiden, die von den Capillargefässen des Kindes angezogen werden.

Bei einer Gattung der Haifische, *Mustelus*, bei welcher die Eier im Uterus ihre Ausbildung erreichen, liegt der Dotter, von ein wenig Eiweiss umgeben, in einer überaus zarten weiten zusammengefalteten Schalenhaut. Während der Entwickelung des Keims zieht dieses Eiweiss durch die Eischale Flüssigkeiten aus dem Uterus an, und bald wird die weite Schale von einer Menge Flüssigkeit ausgedehnt. Diess geschieht aber nur in den Eiern, die einen Dotter und Keim enthalten. Nicht selten finden sich im Uterus dieser Thiere unter den andern Eiern auch Windeier, die in ihrer schaligen Haut in der Mitte nur das Eiweis, aber keinen Dotter besitzen. Dieses Eiweis zieht aber keine Flüssigkeiten an, und bleibt so, wie es von Anfang gewesen, während die daneben befindlichen sich entwickelnden Eier eine immer grössere Menge Flüssigkeit in ihrer Schale erhalten.

b. Von der Ausschwitzung, *exsudatio.*

Viele Stoffe, welche in thierischen Flüssigkeiten aufgelöst sind, namentlich die fremdartigen, welche in den Kreislauf eingedrungen, sich im veränderten oder unveränderten Zustande mit dem Blute verbreiten, werden nach den Gesetzen der Imbibition und Endosmose ausgeschieden. Blausaures Kali, durch Endosmose in den Kreislauf aufgenommen, durchdringt nach denselben Gesetzen auch die thierischen Gewebe, und mischt sich den verschiedensten Absonderungsflüssigkeiten bei, so dass es bald im Harn, nach Westrumb 2—10 Min. nach der Application, spurenweise wieder erscheint. In der Gelbsucht werden auf diese Art fast sämmtliche innere Organe und auch Absonderungsflüssigkeiten, wie der Harn, von dem im Blutwasser aufgelösten Färbestoff der Galle durchdrungen.

Die verdunstbaren Theile des Blutes, natürliche oder fremdartige beigemischte, können von den freien Oberflächen der thierischen Membranen verdunsten, sofern sie nicht durch eigenthümliche Anziehung von dem thierischen Gewebe zurückgehalten werden. Wenn Druck den Durchgang durch die Poren der thierischen Wände begünstigt, so müssen nach physikalischen Gesetzen auch tropfbare Flüssigkeiten freie mit Gas oder Dunst gefüllte Räume durchdringen. Diess geschieht nach dem Tode schon durch blosse Schwere, so dass Blutwasser und später aufgelöster Färbestoff die Gewebe durchdringen, und sich in freien Räumen ansammeln können. Die Galle durchdringt dann die Gallenblase und färbt anliegende Theile gelb. Während des Lebens hält theils die Resorption, theils die organische Contractilität diesem Durchdringen der Membranen das Gleichgewicht; allein

verschiedene Ursachen in Krankheiten heben dieses Gleichgewicht auf, und es sammelt sich dann Wasser mit aufgelöstem Thierstoff und Salzen in den Höhlen und im Zellgewebe, und verursacht die Erscheinungen der Wassersucht und des eiweissstoffhaltigen Urins. Der Exsudation des *Liquor sanguinis* oder des Faserstoffs bei der Entzündung muss eine Lähmung der organischen Contractilität der kleinen Gefässe voraus gehen. Nach Verschliessung grosser Venenstämme der Eingeweide und der Extremitäten entsteht Exsudation von eiweisshaltigem Wasser aus dem Blute in den anliegenden serösen Säcken oder im Zellgewebe, besonders der unteren Extremitäten, und man kann, wie Bouillaud gezeigt hat, eine Wassersucht des Zellgewebes künstlich erzeugen durch Unterbindung grosser Venenstämme. Die Wassersuchten nach Degeneration der Eingeweide entstehen vielleicht auch zum Theil von Verschliessung der Circulationswege dieser Eingeweide.

Hiernach scheinen die Exhalationen (Dunst) und Exsudationen (tropfbar Flüssiges) nach rein physikalischen Gesetzen der Imbibition, Endosmose und des Druckes auch im lebenden Körper zu erfolgen. Dem ist aber nicht so. Nach physikalischen Gesetzen könnte alles Aufgelöste durchdringen. Im lebenden Körper durchdringt aber nicht alles Aufgelöste die thierischen Gewebe, sondern das Exhalirte und Exsudirte ist oft nur ein Theil der im Blute aufgelösten Stoffe. Bei den Wassersuchten exsudirt nicht der Faserstoff des Blutes wie bei der Entzündung, das Exsudat gerinnt meist nicht von selbst, sondern nur durch Reagentien werden Stoffe daraus niedergeschlagen, es enthält nur den Eiweissstoff des Blutes. Hieraus geht hervor, dass dem Durchdringen des aufgelösten Faserstoffes in den Wassersuchten noch durch eine Kraft das Gleichgewicht gehalten seyn muss, welche in der entzündlichen Exsudation gelähmt ist, und diess muss eine Anziehung des lebenden Gewebes zum aufgelösten Faserstoff seyn, während dasselbe Gewebe bei der Wassersucht eiweissstoffiges Wasser durchlässt. Im Anfange der Entzündung wird auch nur Blutwasser, wie in einer Wunde oder nach dem Legen eines Blasenpflasters, bei heftigerer Entzündung auch Faserstoff ausgeschieden.

Die blutigen Ausscheidungen setzen noch besondere Bedingungen. Bei dem Menstrualfluss dringt wahres Blut aus der innern Fläche des Uterus, welches sich von anderm Blut nur durch den Mangel oder die geringe Quantität des Faserstoffs auszeichnet. Dass das Menstrualblut nur eine concentrirte Auflösung von Farbestoff der Blutkörperchen sey, wie Brande behauptet, ist gewiss *falsch*; ich habe bei Untersuchung des Menstrualblutes wirkliche unveränderte Blutkörperchen darin gefunden. Diess setzt voraus, dass im Uterus der Menstruirenden eine solche Auflockerung der Capillargefässwände eintrete, dass sie zu dieser Zeit Kügelchen durchlassen.

Die langsame Ausscheidung von Blut, welche die Pathologie *Diapedesis* (*per secretionem*) nennt, kann auch keine einfache Ausscheidung seyn; sie setzt auch Auflockerung der Gefässwände voraus, und ist in vielen Fällen, wenn nicht in allen, gewiss in

einer Zerreissung der kleinsten oder Capillargefässe begründet, wie bei dem Blutspeien und blutigen Auswurf in der Lungenentzündung. Dass aber der die Blutkörperchen färbende Stoff sich unter besonderen Umständen in Blutwasser der lebenden Thiere auflösen und blutig gefärbtes Blutwasser durchschwitzen könne, hat Wedemeyer (*über den Kreislauf. Hannover*, 1828. 463.) wahrscheinlich gemacht. Bei Pferden, welchen viel warmes Wasser in die Venen gegossen wurde, trat Exsudation von blutigem Wasser aus der Nase und in die Bauchhöhle ein. Bekanntlich hat der Färbestoff der Blutkörperchen die Eigenschaft, sich im Wasser aufzulösen. So scheint sich auch Blutroth im Serum beim Scorbut, im Morbus maculosus, und nach dem Schlangenbiss (Autenrieth, *Physiol.* 2. 154.) aufzulösen.

Die Ercheinung von Kügelchen in den Secreta setzt eine Bildung derselben im Momente der Abscheidung voraus. Aus dem Blute durch die Capillargefässe können diese nicht durchgehen. Die Kügelchen des Eiters sind grösser als die Blutkörperchen, zum Theil noch einmal so gross (Weber); sie können nicht aus den Blutkörperchen ihre Entstehung nehmen, sie sind abgestossene Theilchen der eiternden Oberfläche. Die Ausscheidung von Eiterkügelchen, die ins Blut gekommen, durch die Nieren erscheint daher als eine reine Unmöglichkeit, nur die näheren Bestandtheile des Eiters im aufgelösten Zustande können abgeschieden werden.

III. Abschnitt. Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem.

I. Capitel. Von der Lymphe.

Die Lymphe ist der Inhalt der lymphatischen Gefässe. Sie ist eine blassgelbe klare und, wenn sie nicht mit Blutkörperchen zufällig verunreinigt worden, in der Regel nicht röthliche Flüssigkeit. Bei den Amphibien und Fischen ist sie ganz klar, nicht einmal gelblich. Sie ist geruchlos, reagirt schwach alkalisch und schmeckt salzig. Lymphe und Chylus enthalten aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten Faserstoff. Der letztere gerinnt in der Lymphe innerhalb 10 Minuten zu einer Gallerte.

Im Winter 1831—1832 bot sich in Bonn die seltene Gelegenheit dar, Lymphe des Menschen zu untersuchen. Im chirurgischen Clinico des Hrn. Professor Wutzer befand sich ein junger Mensch, dem, in Folge einer vor längerer Zeit erlittenen Verletzung am Fussrücken, beständig Lymphe aus der, allen Versuchen zur Heilung trotzenden, kleinen Wunde ausfloss. Wenn

man über den Rücken der grossen Zehe in der Richtung gegen die Wunde hinstrich, floss jedesmal eine Quantität ganz klarer Flüssigkeit, zuweilen spritzend, hervor. Diess war Lymphe. Sie setzte nach ungefähr 10 Minuten ein spinngewebeartiges Coagulum von Faserstoff ab. Hier konnte man nun Lymphe in Menge sammeln. Vergl. H. Nasse in Tiedem. *Zeitschr. V.* Ein ähnlicher Fall wurde in Halle beobachtet und gab die Gelegenheit zu einer Analyse von Marchand und Colberg. Muell. *Arch.* 1838. 134.

Am leichtesten gewinnt man frische Lymphe zur Untersuchung bei den Fröschen und Fischen. Es ist bekannt, dass die Haut der Frösche überaus locker mit den Muskelschichten verbunden ist. Dass zwischen beiden ansehnliche Lymphräume enthalten seyn müssen, erkennt man schon an der Natur der zwischen Haut und Muskeln enthaltenen Flüssigkeit. Wenn man bei grossen Fröschen die Haut am Oberschenkel anschneidet, und, indem man die Zerschneidung grösserer Blutgefässe vermeidet, die Haut eine Strecke weit von den Muskeln ablöst, so fliesst öfter (nicht immer) eine klare, farblose, salzig schmeckende Flüssigkeit aus und zwar oft sehr reichlich. Diese Flüssigkeit ist Lymphe. Der Beweis davon liegt in dem Umstande, dass sie innerhalb mehrerer Minuten ein anschnliches, anfangs wasserhelles Coagulum absetzt, das sich allmählig zu einem fadenartigen weisslichen Gewebe verdichtet. Wenn man von einer Anzahl grosser Frösche die Lymphe sammelt, so erhält man genug, um eine nähere Untersuchung anzustellen. Das Faserstoffgerinnsel einer gewogenen Quantität Lymphe wurde getrocknet und gewogen; so erhielt ich aus 81 Th. Froschlymphe einen Theil trocknen Faserstoff; ein Verhältniss, welches wegen der Menge des Faserstoffes merkwürdig scheint. Bei nicht fetten Fischen erhält man auch leicht Lymphe aus den Lymphräumen der Orbita.

Die Lymphe scheint unter gewöhnlichen Umständen in den meisten Theilen farblos zu seyn, zuweilen hat man sie röthlich gesehen; Magendie, Tiedemann und Gmelin sahen sie so bei fastenden Thieren, aber diese Färbung ist in den Lymphgefässen der Milz nicht selten. Hewson, Fohmann, Tiedemann und Gmelin haben diess bemerkt. Seiler hat es nur ausnahmsweise gefunden. Rudolphi hält es für zufällig. Ich habe indess im Schlachthause an der Milz des Ochsen wiederholt unter den vielen und ansehnlichen Lymphgefässen der Oberfläche der Milz jedesmal einige bemerkt, deren Lymphe schmutzig röthlich war.

Der Chylus der Thiere ist fast immer trüber als ihre Lymphe, und diese Trübheit rührt von dem Fette des Chylus her. Bei den fleischfressenden Säugethieren und den Pflanzenfressern ist, so lange sie noch die Milch der Mutter trinken, der Chylus aus diesem Grunde weiss, dagegen ist er bei denjenigen Thieren, die von Pflanzen leben, mehr der Lymphe ähnlich. Der Fettgehalt des Chylus macht zuweilen auch das Blut junger Kätzchen, die noch Milch trinken, gelbroth und das Serum des Blutes weisslich. Diese Erscheinung hängt aber natürlich davon ab, ob man die Thiere gerade nach der Verdauung untersucht. Schlemm in Fror. *Not.* 536. Vergl. Mayer ebend. 565. Im Ductus thora-

cicus der Pferde, seltener bei anderen Thieren, ist der Chylus röthlich, und sein Coagulum wird dann in der Luft noch röther.

Ueber die Körnchen der Lymphe und des Chylus siehe oben pag. 128.

Ueber die relative Menge der näheren Bestandtheile der Lymphe sind Beobachtungen von GMELIN, LASSAIGNE, CHEVREUL, BERGMANN, MARCHAND und COLBERG vorhanden. Nach letzterm besteht die menschliche Lymphe aus:

Wasser	96,926
Faserstoff	0,520
Eiweiss	0,434
Osmazom und Verlust .	0,312
Fettes Oel / Krystallinisches Fett	0,264
Chlornatrium . . . / Chlorkalium . . . / Kohlens. und milchs. Alkali / Schwefelsaure Kalkerde / Phosphorsaure Kalkerde und Eisenoxyd .	1,544
	100,000

II. Capitel. Von dem Ursprunge und Bau der Lymphgefässe.

Verhalten der feinsten Lymphgefässe.

Die wichtigen älteren Untersuchungen über den Bau der Lymphgefässe sind in der von LUDWIG herausgegebenen Sammlung der Schriften von MASCAGNI, CRUIKSHANK und Anderen zusammengestellt. In der neuern Zeit hat dieser Gegenstand wichtige Aufschlüsse erhalten, besonders durch die ausgezeichneten Arbeiten von FOHMANN (*das Saugadersyst. der Wirbelthiere. I. H. Heidelb*: 1827. *fol.*), von LAUTH (*essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strasb.* 1824. *Ann. des sc. nat. T.* 3.) und von PANIZZA (*osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia* 1830. *fol.*, und *Sopra il sistema linfatico dei rettile ricerche zootomiche. Pavia* 1833.).

Die Anfänge der Lymphgefässe zeigen sich in Quedksilberinjectionen in einer zweifachen Form.

1. Als Netze mit bald länglichen, bald mehr gleichförmigen Maschen. Die Maschen sind häufig kleiner als der Durchmesser der feinsten Lymphgefässe selbst, und letztere erscheinen daher als ein sehr eng zusammengezogenes Netzwerk von unregelmässiger Bildung, so dass die ungleichen Theile des engen Netzwerkes dem Unaufmerksamen wie Aggregate von Zellen erscheinen können, während sie doch nur Ungleichheiten und kleine Erweiterungen des Netzwerkes bei sehr engen Maschen sind. In

anderen Theilen, wo das Netzwerk viel weitere Maschen hat, ist die netzförmige Bildung sogleich in die Augen fallend. Die Stärke des Durchmessers dieser Gefässe in den Netzen ist sehr verschieden, niemals aber sind sie so fein als die Capillargefässe, und ich kenne keine Lymphgefässe, welche nicht mit blossen Augen sichtbar wären. Am feinsten müssten sie wohl in den Kiemen seyn, nach Fohmann's schönen Abbildungen.

2. In anderen Fällen sieht man die angeblichen Anfänge derselben nicht als Netze, sondern als mit einander zusammenhängende kleine, mehr oder weniger regelmässige Zellen. So waren die Lymphgefässinjectionen des Nabelstranges, die zweifelhaften Lymphgefässe der Cornea, die ich gesehen. Diese Art Injectionen erhält man bei der fehlerhaften Methode, aufs Geradewohl durchs Einstechen der Spitze der Injectionscanäle in das Zellgewebe und in die Substanz der Organe Lymphgefässe aufzufinden. So fiel die Injection auch am Darmcanale aus, wenn ich beim Kalbe eines der mit Chylus gefüllten, am Darme hervorkommenden Lymphgefässe gegen den Darm hin, um den Widerstand der Klappen zu überwinden, durch eine Stahlspritze mit Quecksilber füllte. Die grosse Menge der kleinen Zellen, die sich dann füllen, kann auf den Gedanken führen, dass das Zellgewebe selbst der Anfang der Lymphgefässe sey. Fohmann ist sogar der Meinung, dass Alles, was wir für Zellgewebe ansehen, Lymphgefässe sind. Tiedemann, *Zeitschrift f. Physiol.* 4. 2. Diese Ansicht wird aber durch die Vergleichung wahrer Lymphgefässnetze und zelliger Extravasate an einem und demselben Theile, z. B. am Darm der Schildkröten sehr unwahrscheinlich. Vergleichung glücklicher und weniger gelungener Injectionen und einige Versuche machen mich glauben, dass die sogenannten zellenförmigen Lymphgefässanfänge gar keine wahren Lymphgefässe sind, und dass die Lymphgefässanfänge in der Regel auch im dichtesten Zustande gedrängte, oft regelmässige Netze bilden *).

Die Lymphgefässe des Darmcanales entspringen im Dünndarm, zum Theil in den Darmzotten, aber auch in der ganzen Schleimhaut des Darmcanales.

Darmzotten.

Die Zotten sind bald walzenförmige, bald blättchenförmige, oft pyramidale, kurze Fortsätze der innersten Haut des Darmes von $\frac{1}{4}$ bis 1, höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien Länge, welche ihr, im Wasser vergrössert, das Ansehen eines dichten Pelzwerkes geben. In dieser Art kommen sie in der Regel nur beim Menschen, den meisten Säugethieren und vielen Vögeln vor. Rudolphi, *anat.*

*) Bei der Injection der Substanz des Nabelstranges nach Fohmann (*Zeitschr. f. Physiol.* 4. 2.) erhielt ich lauter kleine mit Quecksilber gefüllte Zellchen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{10}$ Millim. Diese Zellchen sind fast gleich gross, und aus einem Zellchen rückt das Quecksilber in das andere. Der grösste Theil des Gewebes des Nabelstranges um die Blutgefässe besteht aus ihnen. Nur an der Insertio umbilicalis des Nabelstranges füllten sich mehrere ganz kurze parallele Kanälchen.

physiol. Abhandl. Bei einigen Fischen bemerkt man etwas Aehnliches (*Tetrodon, Orthagoriscus*) und bei einer Schlange, *Python bivittatus*, hat Retzius zottenartige Fortsätze der innersten Darmhaut beschrieben, welche man schwerlich für etwas Anderes halten kann, obgleich Rudolphi den Fischen und Amphibien wahre Zotten abspricht. Alb. Meckel (Meck. *Arch.* 5.) hat Unrecht, wenn er alle Zotten auf ein an der Basis breites, an der Spitze verschmälertes Blatt reduciren will. Sie sind allerdings bei den meisten Säugethieren platt, wie beim Kaninchen, Hund, Schwein; allein beim Kalbe, Ochsen, Schaf sind viele Zotten walzenförmig; zuweilen findet man in einem Theile des Darmes mehr platte, in einem andern Theile desselben mehr walzenförmige Zotten, wie beim Ochsen und Schafe, zuweilen stehen platte und walzenförmige vermischt, und bei denselben Thieren, besonders beim Schafe bemerkt man oft an manchen Stellen platte, breite Zotten mit walzenförmigen Endzipfeln. Indem die Zotten an der Basis breiter werden und in Fältchen zusammenhängen, gehen sie in die Fältchen über, welche bei vielen Vögeln und bei den Amphibien die Zotten ersetzen. Diesen Uebergang beobachtet man sogar an einem und demselben Thiere. Im obern Theile des Dünndarmes des Kaninchens sind die pyramidalen Zotten an der Basis in Fältchen vereinigt, im mittlern Theile sind sie mehr abgesondert. Das Ende der Zotten ist bald rund, bald etwas zugespitzt, bald wie abgeschnitten, letzteres beim Hunde.

Die Zotten besitzen ein Netz von Capillargefässen mit zuführenden Arterien und rückführenden Venen. Diese Gefässe lassen sich nicht allein sehr schön injiciren, ich habe beim Kalbe und Hunde, die ich unmittelbar nach dem Tode, ohne auszuwaschen, untersuchte, selbst noch Blut in den zarten Gefässen der Darmzotten mit und ohne Loupe gesehen. Doellinger, Seiler und Lauth haben diese Gefässe nach Injectionen beschrieben und abgebildet.

Mehrere ältere Beobachter hielten die Zotten für offen an ihren Enden. Rudolphi hat diese Annahme widerlegt. Die walzenförmigen Zotten besitzen eine innere Höhlung. Ihr Ende zeigt dasselbe zarte Gewebe, wie ihre ganze Oberfläche. Bei einem ganz frisch untersuchten Darme vom Kalbe, dessen Lymphgefässe weissen Chylus enthielten, sah ich die Zotten im Innern mit derselben weissen, undurchsichtigen Materie von oben bis unten gefüllt. Ein andermal fand ich die Zotten nicht mit weisser Materie angefüllt, sondern leer und deutlich hohl, wie Rudolphi selbst einmal beim Ferkel beobachtet hat. Hier, wie ferner an den Zotten des Ochsen, konnte ich unter dem Mikroskope diese zarten Theile mit der Nadel aufritzen; auch beim Kaninchen glaubte ich die blattförmigen, etwas breiten Zotten hohl zu sehen. Die Dicke des Häutchens, woraus die Zotten beim Kalbe bestehen, habe ich durch Vergleichung zu 0,00174 P. Zoll ausgemittelt. In dieser Dicke verlaufen also die blutführenden Capillargefässe der Darmzotten, die man auf 0,00025 bis 0,00050 P. Zoll schätzen kann.

Die Darmzotten des Menschen zeigten auf der hiesigen Ana-

tomie bei einem Menschen, dessen Lymphgefässe des Darmes bis in die Zotten mit weissem Chylus gefüllt waren, eine einfache Höhlung von oben bis unten, wie die mikroskopische Untersuchung von Henle und die von Schwann ausgeführte Injection dieser Zotten mit Quecksilber von den deutlich sichtbaren Lymphgefässen der Mucosa bewies. Das Quecksilber füllte die Zotten bis an die blinden Enden.

So leicht ich mich beim Kalbe, Ochsen, Schafe und Kaninchen von der Hohlheit der Zotten überzeugen konnte, und zwar an denjenigen Zotten, welche weniger platt und breit, sondern schmal oder gar walzenförmig waren, so wenig konnte ich es an den Zotten der Katze, des Schweines und des Hundes; auch die Fältchen im Darmcanale der Fische, wie des Aales, des Karpfens, und der *Clupea alosa*, sind durchaus nicht hohl, sondern fest an einander liegende Duplicaturen. Auch die im Darmcanale des Schafes an gewissen Stellen vorkommenden platten, breiten Zotten bestanden offenbar nicht aus einer einfachen Höhlung, eben so wenig, wie solche ganz breite Zotten im Darme des Kaninchens; und überhaupt scheinen alle breiten, platten Zotten mehr als eine einfache Höhlung als Anfang der Lymphgefässe zu enthalten.

Spritzt man Milch in das Innere eines Darmstückes vom Schafe ein, bis sich die Lymphgefässe, wahrscheinlich durch Zerreissung des innersten Häutchens, plötzlich füllen, so findet man hernach auch wohl die Darmzotten hier und da mit Milch gefüllt. Man muss den Versuch sehr oft anstellen, um eine zufälligerweise erfolgte Anfüllung der Darmzotten mit Milch zu erhalten, die wahrscheinlich nicht von der innern Fläche der Zotten aus, sondern rückwärts von den durch Zerreissung angefüllten Lymphgefässnetzen erfolgt. Untersucht man solche mit Milch gefüllte Zotten mit dem Mikroskope, so glaubt man in den dünnen walzenförmigen Zotten nur einen einfachen Kanal zu sehen; die breiten, platten Zotten enthalten mehrere unregelmässige anastomosirende, meistens aber von der Basis nach dem Ende der Zotte gerichtete Canäle, welche hier blind endigen oder sich in die fingerförmigen Fortsätze der platten Zotten fortsetzen. Diese Canäle in den platten Zotten liegen dicht an einander, wie ein sehr unregelmässiges Netzwerk; sie sind viel stärker als die blutführenden Capillargefässe zu seyn pflegen.

So wie die ganze Oberfläche der Schleimhaut des Darmcanals von einer zarten gefässlosen Schichte von Epithelium bedeckt ist, so sind es auch die Darmzotten. Rudolphi hat dieses Epithelium der Darmzotten beim *Dachs* erwähnt, es ist eine allgemeine Erscheinung und lässt sich oft leicht von den Zotten, wie ein Handschuh von den Fingern der Hand abstreifen. Sein feinerer Bau gleicht ganz demjenigen des Epitheliums der übrigen Schleimhaut des Darms. Es ist nämlich zufolge Henle's Beobachtungen aus lauter cylindrischen Zellen zusammengesetzt, welche dicht nebeneinander und mit ihrer Achse senkrecht auf der Oberfläche der Schleimhaut stehen. Jede cylindrische Zelle besitzt ihren *Nucleus*, gleichwie die platten Zellen des Epitheliums an

anderen Strecken des Schleimhautsystems. Henle, *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium. Berol.* 1837.

Untersucht man ein wohl ausgewaschenes Stückchen vom Dünndarme eines Säugethieres, und die Beschaffenheit des Häutchens, welches die Zotten an der Basis verbindet, mit dem einfachen Mikroskope, so erkennt man ohne viele Mühe eine wunderbare Menge von sehr kleinen Oeffnungen, die ungefähr 2 bis 3 Mal so gross als die Blutkörperchen des Frosches, und 8 bis 12 Mal so gross als die der Säugethiere sind. Diese Oeffnungen stehen bei den Säugethieren zuweilen so dicht an einander, dass die Brücken zwischen denselben kaum so dick als die Oeffnungen selbst sind. Meistens sind sie jedoch mehr zerstreut; in diesem Falle geben diese Vertiefungen dem innersten Darmhäutchen ein schwammiges, überaus zartes Ansehen. Selbst die Basis der Zotten erscheint beim Schafe und Ochsen wie durchlöchert. Es sind die Oeffnungen der mikroskopischen Lieberkuehn'schen Drüschen. Siehe Boehm, *de gland. intestinal. struct. Berol.* 1835.

Gegen den Ursprung der Lymphgefässnetze aus mikroskopisch sichtbaren Oeffnungen sprechen des trefflichen Fohmann Beobachtungen, welcher bei den gelungensten Quecksilberinjectionen der Lymphgefässnetze in den Darmhäuten der Fische niemals Quecksilber aus der innern Fläche des Darmcanales herauskommen sah. Dasselbe beweist die oben angeführte Injection einzelner Darmzotten des Menschen mit Quecksilber von den Lymphgefässen der Mucosa *).

Lymphdrüsen.

Die Lymphdrüsen fehlen bei den Amphibien und Fischen ganz; die Vögel haben nur am Halse Lymphdrüsen, im Gekröse nicht. Bei den Säugethieren verhalten sie sich so wie beim Menschen, nur bilden sie bei mehreren Carnivoren, wie beim Hunde, Maulwurf, Seehunde im Gekröse durch Vereinigung eine grössere Masse, das sogenannte *Pancreas Asellii.*

Die *Vasa lymphatica inferentia* einer Lymphdrüse theilen sich beim Eintreten in dieselben in kleine Zweige, und aus kleinen Zweigen bilden sich wieder die *Vasa efferentia* derselben, welche weniger zahlreich und etwas stärker sind. Da aber beide im Innern der Lymphdrüse durch die Netze der Lymphgefässe, woraus die ganze Drüse besteht, anastomosiren, so kann man aus den ersteren die letzteren durch diese Drüsen hindurch mit Quecksilber füllen. Die einfachen Lymphdrüsen sehen wie blosse Geflechte der Lymphgefässe aus, eine mit Quecksilber gefüllte stärkere Drüse hat dagegen ein scheinbar zelliges Ansehen. Indessen scheinen auch diese Zellen nur kleine Erweiterungen geschlängelter Lymphgefässe zu seyn, so wie auch die Lymphgefässnetze in anderen Theilen, wenn man nicht auf die kleinen Maschen

*) An sehr ausgewaschenen Darmstücken des Schafes und Rindes glaubte ich an den Wänden der Darmzotten, und zwar auf ihrer ganzen Oberfläche ganz undeutliche Grübchen wahrzunehmen.

Acht giebt, häufig zellig aussehen. Hierfür spricht auch das Fortschreiten des Quecksilbers beim Anfüllen der Drüse. Es lassen sich wohl die entgegengesetzten Ansichten von Cruikshank, der hier Zellen annimmt, mit denen von Meckel, Hewson und Mascagni, welche sie für Erweiterung der Lymphgefässschlingen halten, vereinigen. Siehe übrigens über diese Controverse E. H. Weber, *Anatomie.* 3. *p.* 109—113. Dass die Lymphgefässe in den Drüsen, wie in anderen Theilen, noch in ihren Wänden von Capillargefässnetzen durchzogen sind, ist unzweifelhaft; selbst die Lymphgefässe des Darmes haben nach Fohmann's Untersuchungen noch eine innere Haut bis in die Netze, und dass in den Darmzotten noch Capillargefässe zahlreich enthalten sind, ist schon erwähnt worden.

Vergleicht man die Lymphdrüsen mit analogen Blutgefässbildungen, so ergiebt sich, dass sie ganz so wie die amphicentrischen Wundernetze gebaut sind, bei denen sich ein Blutgefäss in eine grosse Anzahl von feineren Röhren auflöst, um von Neuem daraus als einfacher Stamm zu entstehen. Siehe oben p. 187. Der Zweck dieser Bildung ist bei den Lymphdrüsen offenbar Vermehrung der Oberflächen innerhalb des Säftestroms, und daher Vermehrung derjenigen Einwirkung der Gefässwände auf den Inhalt, welche schon in den einfachen Lymphgefässen stattfindet.

Mehrere Anatomen haben einen Zusammenhang der feineren Venen und Lymphgefässe im Innern der Lymphdrüsen und ausserhalb derselben angenommen. Lippi, *illustrazioni fisiologiche e pathologiche del sistema linfatico-chilifero. Firenze.* 1825. Fohmann, *das Saugadersystem der Wirbelthiere. Heidelb.* 1827. Fohmann behauptet den Zusammenhang der kleinen Venen mit den Lymphgefässen bei Vögeln, Amphibien, Fischen; aber bei den Menschen und den Säugethieren soll diese Verbindung nach Fohmann nur in den Lymphdrüsen sich ereignen, wie sie auch J. Fr. Meckel d. Aelt. und Ph. Fr. Meckel bei Quecksilberinjection der Lymphgefässe beobachteten. Dieser Uebergang ist überaus leicht, und man erhält nach Injection der *Vasa inferentia* einer Lymphdrüse oft schon eine Anfüllung der aus den Drüsen hervorgehenden Venen viel schneller als eine Anfüllung der *Vasa efferentia lymphatica* der Drüse. Diess hat indess Fohmann zu einer Irrung veranlasst. Er sah bei einer *Phoca* bei Injection der *Vasa lymphatica inferentia* jener Masse von Lymphdrüsen des Gekröses, welche man *Pancreas Asellii* nennt, dass nur die Venen nach Injection der Drüsenmasse, nicht aber *Vasa lymphatica efferentia* derselben sich füllten, und schloss daraus, dass diese Drüsenmasse keine solche besitze. Fohmann, *anat. Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelb.* 1821. Rosenthal (Fror. *Not.* 2. *p.* 5.) hat diess berichtigt. Er fand beim Seehunde, dass alle Lymphgefässe des Dünndarmes in jene Drüse gehen, dass aber aus der Drüse ein grosses Lymphgefäss hervorgeht, *Ductus Rosenthalianus*, während nach Rudolphi beim Hunde und beim Delphin aus jener Drüsenmasse eine Menge *Vasa efferentia lymphatica* hervorgehen. Vergl. Rudolphi, *Physiologie.* 2. *Bd.* 2. *Abth. p.* 241—250. Rosenthal's Abbildungen, *Nov. act. nat.*

cur. T. 15. *p.* 2. ROSENTHAL's Beobachtungen sind von KNOX (*Edinb. med. surg. Journ. I. Juli,* 1824. FRORIEP's *Notizen. N.* 158.) bestätigt worden.

Indessen bleibt es ein Factum, dass die Venen sich überaus leicht aus den Lymphdrüsen füllen. Auch SCHROEDER VAN DER KOLK sah diesen leichten Uebergang, ohne dass etwas in den *Ductus thoracicus* gelangte. LUCHTMANS, *de absorptionis sanae et morbosae discrimine. Traject. ad Rhen.* 1829. PANIZZA (pag. 56.) sah beim Schweine eine Lymphdrüse mit zwei *Vasa inferentia*; das Quecksilber in eins derselben injicirt, ging ganz in die Vene der Drüse, von dem andern *Vas inferens* ging dagegen das Quecksilber in das *Vas efferens* über. GERBER und ALB. MECKEL (J. FR. MECKEL's *Archiv.* 1828. *p.* 172.) sahen auch den leichten Uebergang in die Venen. Allein A. MECKEL bezweifelt die Beweiskraft, wie RUDOLPHI und E. H. WEBER, und führt als Gegengrund an, dass auch das Nebenhodengefäss bei Injection desselben in Hunden regelmässig Venenanfüllung bewirke. Man erhält zuweilen ebenso auch Anfüllung der Lymphgefässe nach Injection der Drüsencanäle, z. B. der Milchcanäle und des *Ductus hepaticus,* wie solches von CRUIKSHANK, J. FR. MECKEL d. Aelt., PANIZZA und von mir selbst an den Milchdrüsen erfahren worden.

Je mannichfaltiger diese Uebergänge sind, um so mehr sprechen sie für die Unsicherheit der daraus gezogenen Schlüsse. Der Uebergang des injicirten Metalls aus einer Gefässart in die andere ist in allen diesen Fällen schwer zu controlliren, er kann durch Zerreissungen der zarten Gefässe bedingt seyn; und ist jedenfalls kein hinlänglicher Beweis für die Existenz eines directen Zusammenhangs. Vergl. E. H. WEBER, *Anatomie.* 3. 113.

Auf der andern Seite darf man nicht unerwähnt lassen, dass die feineren Wurzeln des lymphatischen Systems noch völlig unbekannt sind. Unsere Mittel zur Injection desselben sind für solche zarte Fragen sehr unvollkommen und stossen, wo es auf Injection in peripherischer Richtung oder Anfüllung der Wurzeln ankommt, an den Klappen der Lymphgefässe und an der geringen Neigung des Metalls zur feinsten Vertheilung ohne Zerreissung der zarten Canäle auf unbesiegbare Hindernisse.

Es steht demnach nur die Ausmündung der Hauptstämme der Lymphgefässe in das Venensystem fest. Beim Menschen und den Säugethieren ergiesst sich die Lymphe aus dem *Ductus thoracicus* in die *Vena subclavia sinistra,* aus kleineren Stämmchen in die *Vena subclavia dextra.* Andere Verbindungen scheinen hier nur Ausnahmen zu seyn, wie ein Fall, den WUTZER und ich bei einer Leiche sahen, wo vom *Ductus thoracicus* ein Lymphgefäss unmittelbar in die *Vena azygos* überging. Siehe WUTZER in MUELLER's *Archiv.* 1834. PANIZZA hat beim Schweine regelmässige Verbindung zwischen der *Vena azygos* und Zweigen des *Ductus thoracicus* gefunden. Vergl. OTTO, *path. Anat.* 366.

Bei den Vögeln münden die Lymphgefässe der unteren Extremitäten nach FOHMANN, LAUTH und PANIZZA abgesondert in die *Venae iliacae.* In gleicher Weise ergiesst sich die Lymphe der hinteren Theile des Körpers bei den Amphibien jederseits abge-

Handbuch

der

Physiologie des Menschen

von

Dr. *Johannes Müller*.

Erster Band, erste Lieferung,
Bogen 1—14.

Vierte Auflage.

Die vierte Auflage des ersten Bandes des Handbuchs der Physiologie wird in drei Lieferungen erscheinen, von welchen die zweite und dritte bald folgen werden. Vom zweiten Bande ist keine neue Auflage nöthig geworden; der vorhandene Vorrath dient zur Ergänzung dieser neuen Auflage des ersten Bandes, und wird daher das Werk mit Ausgabe der beiden folgenden Lieferungen des ersten Bandes wieder vollständig sein.

Berlin, den 15. Juni 1841.

Der Verfasser.

Coblenz,
Verlag von J. Hölscher.
1841.

des Frosches. Der eigenthümliche Zustand oder der Mangel des Faserstoffes im Froschblute zu gewissen Zeiten bestimmt also durchaus denselben Zustand des Faserstoffes oder den Mangel desselben in der Lymphe.

1. Resorption der lymphatischen Gefässe.

Dass die Lymphgefässe oder Saugadern wirklich auch aufsaugen ist hin und wieder, in neuerer Zeit von Magendie, bezweifelt worden. Von den Lymphgefässen des Darms ist diese Aufsaugung gewiss; die weisse oder durchscheinende Beschaffenheit des Chylus ändert sich nach den Nahrungsmitteln. Indessen kennt man auch einige Thatsachen von Aufsaugung von Stoffen durch andere Lymphgefässe als die des Darmcanales. Nicht allein dass die Lymphgefässe nach Einreibungen reizender Stoffe oft schmerzhaft werden, worauf röthliche Streifen im Verlaufe der Lymphgefässe zuweilen sich zeigen und die benachbarten Lymphdrüsen anschwellen. Auch in der Nähe eigenthümlicher thierischer Stoffe hat man die Lymphgefässe damit angefüllt gesehen. Assalini, Saunders, Mascagni und Soemmerring beobachteten Galle in den von der Leber kommenden Lymphgefässen bei Verstopfung der Gallengänge. Weber (*Anat.* 3. *p.* 123.), Tiedemann und Gmelin fanden nach Unterbindung des *Ductus choledochus* bei Hunden die Lymphgefässe der Leber mit hochgelber Flüssigkeit gefüllt, die Lymphdrüsen, zu welchen sich jene begeben, gelb, und Bestandtheile der Galle selbst in der gelb gefärbten Flüssigkeit des *Ductus thoracicus*. *Die Verdauung nach Versuchen.* 2. 40.

Dagegen muss man die Aufsaugung von Blutkörperchen oder Eiterkörperchen aus Blutergüssen oder Eiterabscessen in die Lymphgefässe als völlig fabelhaft verwerfen. Wenn man Blut in Lymphgefässen nach Blutaustretungen gefunden hat (Mascagni) so ist es durch Zerreissung eingedrungen. Anfüllung der Lymphgefässe in der Nähe der Eiterabscesse mit Eiter ist im Allgemeinen selten. Andral in Meck. *Arch.* 8. 227. Der Eiter findet sich in den Lymphgefässen nur unter besonderen Bedingungen, unter denselben, unter welchen er im Innern der Venen auftritt, nämlich wenn die Entzündung eines Theils sich auf das Innere der Blut- und Lymphgefässe fortsetzt. Dann wird der Eiter im Innern dieser Gefässe erzeugt. Die Entzündung als Ursache giebt sich in den grösseren Venen deutlich durch die gleichzeitigen Exsudationen und falschen Membranen zu erkennen.

Magendie erzählt einen von Dupuytren beobachteten Fall. Eine Frau, welche eine ungeheure fluctuirende Geschwulst an der innern Seite des Schenkels hatte, starb. Einige Tage vor ihrem Tode hatte sich eine Entzündung des Unterhautzellgewebes an dem Schenkel eingestellt. Bei der Section der Haut, welche die Geschwulst bekleidete, sah Dupuytren sich weisse Punkte auf den Lippen des Einschnittes bilden, und es zeigten sich weisse Linien in dem Unterhautzellengewebe, die man für mit Eiter gefüllte Lymphgefässe erkannte. Die Schenkeldrüsen waren mit derselben Materie angefüllt, wovon die Lendenlymphdrüsen und

der *Ductus thoracicus* keine Spur zeigten. Magendie citirt auch einen anderen Fall aus dem Hôtel Dieu, wo sich in Folge einer complicirten Fractur ein grosser Abscess gebildet hatte, und Eiter sich in den Venen und Lymphgefässen zeigte, die von dem kranken Theile her kamen. *Précis de physiol.* 2. 218.

Bei der Entzündung des Uterus pflanzt sich die Entzündung zuweilen auf die Lymphgefässe und Venen zugleich fort. Siehe Cruveilhier, *anat. path. livr.* 13. *tab. II.* Hieher gehört auch die Venenentzündung, welche sich zuweilen von dem entzündeten Amputationsstumpfe aus fortpflanzt. Wirklicher Eiter in den Venen verursacht dann als zersetzte Materie wieder Ablagerung und Entzündung, und dadurch die Entstehung neuer Abscesse in anderen Theilen, wie man diess nach grossen Eiterungen und bei eiternden Amputationswunden nicht selten sieht, auf welche z. B. oft zerstreute Abscesse der Leber und Lungen, der Muskeln oder irgend eines andern Theiles folgen. Dieser Eiter ist nicht aufgesogen.

Dass körniger Eiter, in der Blutmasse enthalten, in den Nieren abgesondert werde, halte ich für unmöglich. Nur die aufgelösten Bestandtheile des Eiters können aufgesogen und abgesondert werden. Wird wirklich in Folge einer Eiterung eines Theiles plötzlich auch Eiter von den Nieren abgeschieden, so musste Eiter in das Blut eingedrungen seyn, und Entzündung und Abscesse in den Nieren bewirkt haben. Was man zuweilen für metastatischen Eiterharn hält, ist ein nicht untersuchtes Sediment im Harne.

Das im Chylus enthaltene Fett, welches ihn nach Massgabe der Nahrungsmittel mehr oder weniger trübe macht, kann nicht als solide angesehen werden, es ist flüssig und nur fein vertheilt. Wie man sich seine Aufnahme im Darm zu denken habe, ist übrigens noch unbekannt.

Die Resorption fremdartiger aufgelöster Stoffe durch die Lymphgefässe kann nicht bestritten werden, erfolgt aber viel langsamer als die Aufnahme dieser Stoffe ins Blut.

Hunter hatte behauptet, dass gefärbtes Wasser in die Darmhöhle eines Thieres eingespritzt, sich in kurzer Zeit in den Lymphgefässen wieder zeige. Diess hat Flandrin bei Pferden nicht gefunden. Magendie und Dupuytren haben, wie der Erstere versichert, diese Versuche mehr als 150 Mal wiederholt, und niemals die aufgesogenen Substanzen in den Lymphgefässen gefunden. Dagegen haben Mayer und Schroeder v. d. Kolk die zwar langsame, aber doch offenbare Resorption von fremdartigen Stoffen im Darmcanal beobachtet. Die Akademie von Philadelphia sah blausaures Kali (aber nicht vegetabilische Färbestoffe), Lawrence und Coates blausaures Kali aufgesogen; Hallé und Andere fanden nach Eingeben von Färbestoffen in dem *Ductus thoracicus* diese nicht wieder, während sie ins Blut und den Kreislauf übergegangen waren. Dieser Gegenstand ist ferner durch Tiedemann nnd Gmelin untersucht. Tiedemann und Gmelin, *Versuche über die Wege, auf welchen Stoffe vom Magen und Darmcanal ins Blut gelangen. Heidelberg.* 1820. In ihren zahlreichen

sondert in das Venensystem, wie die Beobachtungen von mir und PANIZZA zeigen.

Lymphherzen der Amphibien.

Die Lymphherzen der Amphibien sind im Jahre 1832 entdeckt worden. J. MUELLER *über Blut, Lymphe und Chylus* in POGGEND. *Ann.* 1832. *August-Heft.* Hier sind sie bei den Fröschen, Kröten, Salamandern und Eidechsen beschrieben, die ausführlichere Abhandlung über denselben Gegenstand enthalten die *Philosoph. Transact.* 1833. *p.* 1. PANIZZA hat sie bei den Schlangen und Crocodilen aufgefunden. *Sopra il sistema linfatico dei rettile. Pavia.* 1833. Kürzlich sind sie von mir auch noch bei den Schildkröten gefunden. *Monatsbericht der Acad. d. Wiss. Octob.* 1839. *Abhandl. d. Acad. d. Wiss. zu Berlin a. d. J.* 1839. Es sind musculöse Säckchen, welche die Lymphe in die vorderen und hinteren Hauptstämme der Venen eintreiben. Die nackten Amphibien haben 4 Lymphherzen, zwei vordere und zwei hintere; beim Frosch liegt das hintere Lymphherz jeder Seite in der *Regio ischiadica* unter der Haut, das vordere mehr verborgen über dem Queerfortsatz des dritten Wirbels. Die Organe pulsiren ganz unabhängig vom Herzen, selbst nach Ausschneidung desselben und Zerschneidung des ganzen Frosches; die Pulsationen der oberen sind nicht immer gleichzeitig mit den Pulsationen der unteren, und selbst die der paarigen Organe beider Seiten sind nicht immer gleichzeitig. Sie ziehen sich circa 60 Mal in der Minute zusammen. Die pulsirenden Organe enthalten farblose Lymphe, und man kann von ihnen aus die Lymphgefässstämme und Lymphräume der Extremitäten aufblasen. Beim Aufblasen der vorderen Lymphherzen schwellen Lymphräume der Achsel an. Die hinteren Lymphherzen ergiessen die Lymphe in einen Zweig der *Vena ischiadica,* die vorderen in einen Zweig der *Vena jugularis.* Die beschuppten Amphibien scheinen bloss die hinteren Lymphherzen zu besitzen, welche bei den Eidechsen und Crocodilen an der Wurzel des Schwanzes hinter dem Darmbein liegen. Die Lymphherzen der Schildkröten liegen unter dem hintern Theil der Schale, diejenigen der Seeschildkröten dicht hinter dem obern Ende des Darmbeins, sie waren bei einer *Chelonia Mydas* von 140 Pfund Gewicht gegen einen Zoll gross und zogen sich regelmässig 3—4 Mal in der Minute zusammen, auch dann als dem Thiere der Kopf abgenommen und der Rumpf der Queere nach getheilt war. *Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin a. d. J.* 1839. MUELL. *Arch.* 1840. 1.

Bei den Fischen habe ich die Lymphherzen bisher vergebens aufgesucht, und ebenso fehlen sie den Vögeln, oder wir kennen die Stellen nicht, wo sie zu suchen sind.

In ihrem feineren Bau gleichen die Lymphherzen dem Blutherzen, ihre Muskelbündel sind nach VALENTINS Beobachtungen queergestreift.

Ueber die Wirkung derselben als Pumpwerke siehe ED. WEBER in MUELL. *Arch.* 1835. 535.

III. Capitel. Von den Actionen der lymphatischen Gefässe.

Während das Blut durch die Capillargefässe oder Uebergänge der Arterien in Venen von 0,00025—0,00050 P. Zoll fliesst, gehen die Blutkörperchen, indem sie einen belebenden Einfluss auf die Organtheilchen, an denen sie vorbeigehen, ausüben, und dabei dunkelroth werden, sichtbar in die Venen über, die aufgelösten ganz flüssigen Theile des Blutes aber, nämlich das aufgelöste Eiweiss und der aufgelöste Faserstoff, können während des Durchströmens der Capillargefässe, wie alles Aufgelöste, durch die zarten Wände der Capillargefässe zum Theil wenigstens durchdringen, und die Partikeln der Organtheile zwischen den Capillargefässnetzen tränken, wobei diese aufgelösten Theile des Blutes zur Ernährung und Absonderung verwandt werden müssen. Daher das von den Organen abfliessende Venenblut weniger Faserstoff (siehe p. 105.) enthält. Die aufgelösten Theile des Blutes, Eiweiss und Faserstoff, werden also in Menge die kleinsten Theilchen der Organe tränken, zu ihrer Ernährung dienen, und was überflüssig ist, wird in den überall in den Interstitien der Organtheile vorkommenden Lymphgefässnetzen sich sammeln.

Ob die Capillaren des Blutgefässsystems durch feinere Zweigelchen, welche keine Blutkörperchen, sondern nur Blutflüssigkeit oder Blutlymphe aufnehmen (*Vasa serosa*), mit den Anfängen der Lymphgefässe zusammenhängen, und die Lymphe durch diese Gefässe von den Blutkörperchen theilweise abgeseiht wird, ist noch ungewiss. Wenn ein solcher Zusammenhang besteht, so könnte daraus die Thatsache erklärt werden, dass die Lymphgefässe der Milz bei den Thieren nicht selten eine röthliche Lymphe führen, dass die Lymphe seltner, wie bei hungernden Thieren, auch in den Lymphgefässen anderer Theile röthlich beobachtet worden ist.

Die zur Ernährung überflüssigen, rein aufgelösten Theile des Blutes werden daher durch die Lymphgefässe wieder in die Blutmasse gebracht. Natürlich muss nun die Lymphe, in Hinsicht ihrer Zusammensetzung, ganz mit dem flüssigen Theile des Blutes übereinstimmen, und das Blut selbst aus Lymphe (aufgelöster Faserstoff und Eiweiss) und rothen Körperchen bestehen. Dass die, von den Organen durch die Lymphgefässe abgeführte Lymphe grossentheils ihren Ursprung aus den die Gewebe tränkenden flüssigen Theilen des Blutes hat, und nicht ganz neu gebildet wird, wird aus der von mir gemachten, leicht zu wiederholenden Beobachtung bewiesen, dass, wenn das Blut der Frösche nicht gerinnt, jedesmal auch ihre Lymphe nicht gerinnt, und wenn ihr Blut gerinnt, jedesmal auch ihre Lymphe gerinnt. So gerinnt das Blut des Frosches zuweilen im Sommer nicht, wenn die Frösche acht oder mehr Tage ausser Wasser aufbewahrt werden, dagegen es frisch, ohne Ausnahme, ausser den Adern ganz gerinnt. Ganz so verhält es sich jedesmal mit der Lymphe der Lymphräume

schnittes hörte das Ausfliessen aus dem obern Ende der abgeschnittenen Rebe auf. Die Ursache des Aufsteigens liegt also auch nicht im Stengel. In der That ergoss das Stück des Stengels, das noch mit den Wurzeln in Verbindung stand, ununterbrochen noch immer Saft; Dutrochet entfernte darauf die Erde um die Wurzeln, und durchschnitt diese. Die untern Stücke der Wurzeln ergossen noch immer Saft, und so schritt er mit dem Abschneiden nach abwärts fort, wobei er immer fand, dass die unteren Theile noch immer Saft ergossen, bis er an die Wurzelenden selbst gelangte, die daher, indem sie der Sitz der beständigen Resorption sind, zugleich durch die beständige Aufnahme der Säfte das Aufsteigen der schon resorbirten Säfte bedingen. Dutrochet setzte eine der Radicellen, die mit einem weisslichen Conus enden, mit dem Ende in Wasser, und beobachtete mit der Loupe, dass der Durchschnitt sich mit Wasser bedeckte, das durch das Centralsystem austrat. Dutrochet, *l'agent immédiat du mouvement vital. Paris.* 1826. 90. Die Aufsaugung der Stoffe vermöge der Wurzeln durch die Wurzelspitzen haben übrigens schon De la Baisse und Hales gezeigt. Hales tauchte die Spitze einer Baumwurzel in Wasser, womit eine Glasröhre gefüllt war, und fand, dass die Wurzel in 6 Minuten eine merkliche Menge von dem Wasser eingesogen hatte. Agardh, *allgemeine Biologie der Pflanzen. Greifswald.* 1832. *p.* 9.

Diese Wurzelenden sind die Organe, welche de Candolle *Spongiola* nennt. Agardh bemerkt, dass die Wurzelspitze dem übrigen Theile der Wurzel sonst nicht ungleich organisirt ist, als dass die Zellen klein und dadurch gehäuft sind, obgleich dieselben Zellen, welche in diesem Augenblick klein und gehäuft sind, und dadurch einsaugen, nach einiger Zeit ausgewachsen sind, und nicht einsaugen, indem sie diese Function neu entstandenen Zellen überlassen, welche später und unterhalb ihrer gebildet werden. Die *Spongiola* oder *Papilla* saugt übrigens nur Wasser und in diesem aufgelöste Stoffe ein.

Agardh erklärt das Aufsteigen der Säfte aus einer polarischen Thätigkeit der Wurzeln und der Blätter, indem die ersteren Säfte anziehen, die letzteren Stoffe aushauchen, und hält diesen Act für etwas weiter Unerklärliches, gleichwie die polarische Action des Magnetes. Diese Erklärung lässt sich jedenfalls nicht auf die Thiere anwenden, wenn ich mich jener Sprache bedienen soll, da hier nur das eine Moment in den Anfängen der Lymphgefässe existirt, anderseits die Lymphe aber in das Blut übergeht. Dagegen ist es von grossem Interesse für uns, zu wissen, dass, wie De la Baisse, Hales, und Dutrochet zeigten, das Aufsteigen der Säfte in den Pflanzen allein schon durch die Thätigkeit der Wurzel und der Spongiola, nämlich durch ihre beständige Resorption geschehen kann.

Obgleich die Darmzotten keine zur Aufsaugung durch Lymphgefässe nöthigen Organe sind, vielmehr die lymphatische Resorption durch die netzartigen Lymphgefässanfänge in den meisten Theilen ohne Zotten, ja bei vielen Thieren selbst im Darm ohne Zotten geschieht, so kann man doch die Zotte mit der Spongiola

der Wurzeln vergleichen; nur muss man bedenken, dass auch in den Zotten die Anfänge der Lymphgefässe nicht anders gebildet sind, als in den zottenlosen Theilen. Aber auch die Zellen der Spongiola finden sich in den sogenannten Epitheliumzellen der Darmzotten wieder. Ohne Zweifel haben diese Zellen eine viel höhere Bedeutung, als die eines schützenden Epitheliums. Nach Reichert's Untersuchungen ist es diese Zellenschichte des Darms, welche bei der Entwickelung des Frosches anfangs das Ganze der Schleimhaut darstellt, so dass sich die Lage, welche späterhin äusserste Schichte der Schleimhaut ist, als das primitive Gebilde der Schleimhaut und als eigentliches assimilirendes Organ zu erkennen giebt. Da man ferner in allen Absonderungsorganen wieder diese primitiven Zellen findet, so ist es höchst wahrscheinlich, dass sie die eigentlich wirksamen Elemente bei der Resorption sowohl, als Absonderung sind.

Da die Resorptionskraft der Lymphgefässe eine organische Eigenthümlichkeit derselben ist, so muss dieselbe auch unter gewissen Einflüssen, welche in die Organisation eingreifen, erhöht und vermindert werden. So scheint sie in der Entzündung vermindert, wie Autenrieth bemerkt, weil sich in diesem Fall oft eine dauernde ödematöse Geschwulst im Umfange des entzündeten Theils bildet. *Physiologie.* 2. 224. Wie die Mittel, welche in dem Rufe stehen, die Resorption anzuregen, diess thun, ist im Einzelnen unbekannt. Offenbar müssen diese Mittel zum Theil die Fähigkeit haben die Thätigkeit der Lymphgefässe zu steigern, z. B. wenn abgelagerte Flüssigkeiten aufgesogen werden. Denn hier kommt es nicht auf Auflösung und Erweichung, sondern auf die Aufnahme des schon Flüssigen in die Circulationswege an. In vielen anderen Fällen handelt es sich zunächst um Erweichung und Auflösung, wie bei der Resorption der Geschwülste, wobei ihre Bestandtheile fähig werden in ihre Blutgefässe aufgenommen zu werden. Die antihydropischen Mittel und das Jod liefern Beispiele.

Die Anwendung der Resolventien in der Arzneikunde ist aber beschränkt, weil viele Stoffe, die ausser dem Körper thierische Stoffe aufzulösen im Stande sind, auf lebende thierische Theile zerstörend wirken.

Manche Theile schwinden regelmässig im gesunden Zustande zu gewissen Zeiten, ihre kleinsten Theile colliquesciren gleichsam in die allgemeine ernährende Flüssigkeit, ohne dass wir begreifen wie sie ein Menstruum wird für Theile, die sich vorher aus ihr ernährt haben. So vergeht der Schwanz der Froschlarven, die *Membrana pupillaris*, die Thymusdrüse; so entstehen die Zellen des Markgewebes der Knochen und so schwinden diese auch wieder zum Theil im Alter, während die Schädelknochen dünner werden. So entstehen und vergrössern sich die Lufthöhlen der Knochen, *Sinus frontales* u. a.

Das Colliquesciren von Theilen, welche von Blutgefässen und Lymphgefässen durchzogen sind, ist immer noch leichter begreiflich als das Schwinden solcher, in welchen diese Gefässe gänzlich fehlen, wie in den Zähnen. Die Wurzeln der Milchzähne schwin-

Versuchen wurden Färbestoffe im Darm nicht von den Lymphgefässen aufgenommen, obgleich diese Stoffe im Urin und im Blut erkannt wurden. Nur Salze fanden sie einige Mal in den Chylus übergegangen, so unter zahlreichen Versuchen nur ein Mal etwas Eisen bei einem Pferde, das schwefelsaures Eisen bekommen, und einmal blausaures Kali im Chylus eines Hundes und schwefelblausaures Kali im Chylus eines Hundes. Hierzu kann ich eine eigene Beobachtung vom Frosch hinzufügen. Ich steckte einen Frosch mit den Beinen bis nahe an den After in ein Gefäss mit blausaurer Kalilösung, und liess ihn darin 2 Stunden eingezwängt. Darauf wusch ich ihn sorgfältig, trocknete die Beine ab, und untersuchte die Lymphe unter der Haut durch Eisenoxydsalz, ob blausaures Kali durch die Lymphgefässe absorbirt worden; die Lymphe wurde sogleich ganz hellblau, das Serum des Blutes reagirte kaum deutlich auf blausaures Kali. In einem zweiten Versuch, wo ich den Frosch 1 Stunde in der Lösung liess, reagirte die Lymphe nicht.

Fasst man alle Thatsachen zusammen, so geht daraus hervor, dass die Lymphgefässe zwar resorbiren, dass sie in der Regel nur Flüssigkeiten eigenthümlicher Art hierbei aufsaugen, gegen welche sie wahrscheinlich eine Affinität haben, dass fremdartige Stoffe schwer und nur ausnahmsweise in die Lymphgefässe eindringen, wie Salzlösungen, während die meisten Färbestoffe in der Regel gar nicht einmal in die Lymphgefässe eindringen.

Aus der Vergleichung des Chylus der Lymphgefässe und des Speisebreies des Darmcanals ergiebt sich sogleich schon, dass die Lymphgefässe nicht allein resorbiren, sondern auch das Resorbirte umwandeln; denn nur wenn der Nahrungsstoff in den Lymphgefässen enthalten ist, erhält er die Eigenschaft von selbst, zum Theil zu gerinnen, und je weiter er in den Lymphgefässen fortschreitet, nimmt diese Eigenschaft zu. Vielleicht verwandeln auch die Lymphgefässe des übrigen Körpers Eiweiss in gerinnbare Materie. Man sieht jedenfalls ein, dass hierin die organische Resorption der Lymphgefässe durchaus von der Imbibition und dem unmittelbaren Uebergange der aufgelösten Stoffe in das Blut verschieden ist. Es ist wahrscheinlich, wie E. H. Weber zu zeigen gesucht hat, dass die Lymphgefässe auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe eine Umwandlung derselben bestreben. So hat Emmert beobachtet, dass man nach Unterbindung der *Aorta abdominalis* durch das Gift der *Angustura virosa*, welches in eine Wunde des Fusses gebracht wurde, Thiere nicht vergiften konnte, und dass nach dieser Unterbindung auch Blausäure, auf dieselbe Weise applicirt, keinen Erfolg hatte. Da nun diese Gifte durch Imbibition auch in die Lymphgefässe gelangen können, und durch sie, obgleich langsamer als durch die Blutgefässe verbreitet werden, so muss man zur Erklärung dieser Beobachtungen annehmen, dass die Lymphgefässe auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe dieselben umwandeln.

Der Mechanismus der Resorption ist noch unbekannt. Die Capillarität, mit welcher man zur Erklärung thierischer Vorgänge so freigebig ist, erklärt nur die Anfüllung von Capillarröhren,

wenn diese leer sind, oder wenn sie abwechselnd leer werden; sie erklärt aber nicht das Aufsteigen der Säfte. Als ich die Lymphgefässe des Gekröses durch Ausdehnung der Darmwände mit injicirter Milch gefüllt sah, glaubte ich augenblicklich, mir die Resorption im Darmcanal erklären zu können. Von dieser Idee kam ich aber sogleich zurück, als ich bedachte, wie gering die Zusammenziehungen der Gedärme sind, welche man bei unmittelbarer Oeffnung des Bauches findet, und dass die dünnen Gedärme meistens collabirt erscheinen. Noch mehr kam ich von dieser Ansicht zurück, als ich einsah, dass meistens, und vielleicht immer, diesen Injectionen eine Zerreissung des innersten Darmhäutchens vorausgeht. Bei der Resorption muss irgend eine Anziehung stattfinden. Sind einmal die Lymphgefässe bis über die Muskelhaut gefüllt, so muss auch die schwächste Contraction des Darms den Chylus weiter treiben, indem die zwischen den Fasern der Muskelhaut verlaufenden Lymphgefässe comprimirt werden. Jede Compression der Lymphgefässe bewirkt aber eine Bewegung des Chylus nach der *Cisterna chyli,* wegen des Baues der Klappen in den Lymphgefässen. Die einmal entleerten Lymphgefässnetze müssen sich, wenn die Zusammenziehung eines Darmstücks nachlässt, wegen Entstehung leerer Räume füllen. Alles diess kann aber nicht einmal in anderen nicht contractilen Theilen stattfinden; und bei den Fischen fehlen die Klappen der Lymphgefässe. Es ist daher wahrscheinlich, dass hierbei noch eine andere Art von Anziehung stattfindet; und es bleibt nicht zweifelhaft, dass diese keine physikalische, z. B. Capillarität, sondern eine noch unbekannte organische Anziehung ist. An den Zotten selbst habe ich durchaus keine Bewegungen gesehen, als ich bei einem lebenden Kaninchen den Darm aufschnitt und die innere Fläche desselben in warmem Wasser beobachtete. Auch habe ich nie, weder an den Lymphgefässen des Gekröses, noch an der *Cisterna chyli,* noch am *Ductus thoracicus,* irgend eine Spur von Bewegung gesehen.

Da die Resorption der lymphatischen Gefässe bei den Thieren in so grosses Dunkel gehüllt ist, so scheint es mir zweckmässig, die Gesetze dieses Processes bei den Pflanzen zu untersuchen. In keinem Puncte gleichen sich vielleicht die Pflanzen und Thiere so sehr, als in dem Aufsteigen der Säfte von den Resorptionsflächen in den lymphatischen Gefässen bei den Thieren, und dem Aufsteigen der Säfte in den Gefässen der Pflanzen.

Dutrochet hat bewiesen, dass die Organe, welche das Frühlingsaufsteigen der Säfte in den Pflanzen bewirken, die Endtheile der Wurzeln sind, und dass die ganze Kraft, mit welcher der Saft emporgetrieben wird, *a tergo* von der Wurzel aus wirkt. Derselbe schnitt an einer Weinrebe von 2 Meter Länge das Ende ab, und überzeugte sich, dass die verkürzten Stengel den Saft fort und fort ununterbrochen ergossen. Die Ursache des Aufsteigens ist also keine Attraction von dem obern Theil der Pflanze auf die Säfte im untern Theil des Stengels. Darauf schnitt er die Rebe über der Erde ab, während er das obere Ende des abzuschneidenden Stücks beobachtete. Im Momente des Durch-

Ductus thoracicus eines seit 24 Stunden hungernden Kaninchens. Nachdem COLLARD die Lymphe in den Lymphgefässstämmchen des Halses eines Hundes durch Compression fortgeschafft hatte, füllte es sich von Neuem in 7 Min. und in einem zweiten Versuch in 8 Min. *Journ. d. physiol. T.* 8. Bei der oben angeführten Beobachtung von der Lymphe des Menschen füllten sich die Lymphgefässe des Fussrückens und der grossen Zehe innerhalb einer $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde so, dass man in einem Uhrglase ziemlich viel sammeln konnte. Bei den Fröschen ist die Menge der Lymphe ausserordentlich gross, bei ihren ansehnlichen Lymphräumen. Nimmt man die Capacität eines jeden ihrer 4 Lymphherzen zu 1 Cub. Linie an (die vorderen sind kleiner, die hinteren grösser), so treiben die 4 Lymphherzen in einer Minute 60 Mal 4=240 Cubiklinien Lymphe in die Venen, wenn die Lymphherzen sich ganz entleeren. Allein sie entleeren nur einen Theil ihres Inhalts bei jeder Zusammenziehung.

den, ehe sie ausfallen, und sehen wie zernagt aus. Dass sie weich werden sollen, ist durchaus nicht der Fall, sie sind an der Grenze völlig unverändert und so hart, wie an anderen Stellen. Hier wird die schwindende Substanz nicht in die eigenen Gefässe des Organes, sondern in diejenigen des berührenden gefässreichen Sackes des neuen Zahnes aufgenommen. Aber wir können uns keinen Begriff von einem Menstruum machen, welches die Kalksalze und den Knorpel des Zahns zugleich an der Berührung der gefässreichen Oberflächen auflöst.

Die Knochen werden krankhafter Weise in der Nähe drükkender Geschwülste resorbirt. Auch dieser Process ist völlig unbekannt. Dass todte, z. B. necrosirte Knochenstücke bei Berührung der lebenden Theile durch Resorption verändert würden, ist man nicht berechtigt anzunehmen.

Ueber krankhafte Resorption siehe Schroëder v. d. Kolk in Luchtman's *de absorptionis sanae et morbosae discrimine. Traj. ad R.* 1829.

2. Veränderung der lymphatischen Flüssigkeiten durch die Lymphgefässe.

Die von Capillargefässnetzen durchzogenen Wände der Lymphgefässe scheinen die Mischung des Chylus und der Lymphe zu verändern. Auf dieselbe Art wirken die Lymphdrüsen, welche nur als Apparate dienen, die Oberfläche der Einwirkung zu vergrössern, da sie bei den niederen Wirbelthieren durch blosse Plexus ersetzt werden, und in der That weiter ausgebildete Plexus sind. Der Chylus der Lymphgefässe des Gekröses ist nach Tiedemann und Gmelin nicht gerinnbar, bis er die Lymphdrüsen durchgegangen ist. Die Lymphgefässe und Lymphdrüsen scheinen also durch die Einwirkung ihrer Wände das Eiweiss des Chylus zum Theil in Faserstoff umzuwandeln. In manchen Krankheiten ist diese Wirkung der Lymphgefässe auf die Mischung ihres Inhaltes verändert, oder sie leiden von der Einwirkung fehlerhaft gebildeter Säfte, wie in der Scrophelsucht.

Die Lymphgefässe haben eine eigenthümliche Empfindlichkeit gegen fremdartige Materien, sie werden durch die Resorption derselben schmerzhaft, zuweilen entzündet und angeschwollen, und lassen sich dann als rothe Streifen durch die Haut erkennen. Unter denselben Umständen schwellen die dem Resorptionspunkte nahe gelegenen Lymphdrüsen an, und werden auch schmerzhaft. In der Regel verschwindet die Anschwellung, wenn keine neue Materie mehr aufgesogen wird, zuweilen gehen die Drüsen in Entzündung und Eiterung über. So schwellen die Lymphdrüsen der Nähe nach Inoculation eines thierischen Giftes unter die Epidermis an, so nach der Application eines Blasenpflasters, nach dem Schlangenbiss, nach einem Schnitt oder Stich bei der Section mancher Leichen, nach der Inunction von Brechweinsteinsalbe, von Quecksilber in der Nähe eines Blutschwären, eines entzündeten Theiles, indem sich Eiter bildet; so schwellen die Inguinaldrüsen an beim venerischen Harnröhren-Schleimflusse, und auch ohne diesen nach venerischer Infection der Genitalien. In dem

Verhältnisse, wie die oberflächlichen Drüsen zur Haut, scheinen die Mesenterialdrüsen zum Darm zu stehen, welche selbst bei der Entzündung und Verschwärung des Darms (im *Typhus abdominalis*) sich auch entzünden.

3. Bewegung der Lymphe.

Die Ursache der Bewegung der Lymphe im lymphatischen System ist die fortdauernde Resorption in den Anfängen des Lymphsystems. Daher schwillt auch der *Ductus thoracicus* nach einer Unterbindung desselben unter der Ligatur bis zum Zerplatzen an. Autenrieth, *Physiol.* 2. 115. Carus in Meck. *Arch.* 4. 420.

Wurmförmige Zusammenziehungen giebt es weder an dem *Ductus thoracicus*, noch an den Lymphgefässen. Bei mikroskopischer Untersuchung der Lymphgefässe im Mesenterium von Kaninchen, sahen Schwann und ich weder eine Bewegung der Wände der Lymphgefässe, noch eine Bewegung der Klappen, noch eine Spur von Wimpern im Innern der Gefässe.

Gegen Reize ziehen sich die Lymphgefässe auch nicht merklich zusammen. Schreger (*de irritat. vas. lymph. Lips.* 1789.) wollte diess gesehen haben. Tiedemann hat durch mechanische und chemische Reizmittel keine Zusammenziehungen am *Ductus thoracicus* hervorrufen können, und beobachtete nur, dass der angestochene Brustgang seinen Inhalt in einem Strahle ergoss. Ich sah bei einer Ziege unter Anwendung einer galvanischen Säule erst keine, nach einiger Zeit aber eine ganz unbedeutende Einschnürung des *Ductus thoracicus.*

Die Klappen der Lymphgefässe dienen wie bei den Venen dazu, den Einfluss des zufälligen hemmenden Druckes von aussen aufzuheben.

Die von mir entdeckten Lymphherzen in der Classe der Amphibien müssen die Bewegung der Lymphe in hohem Grade fördern, sie bewirken den unmittelbaren Erguss der Lymphe der untern Theile des Körpers in die *Vena ischiadica*, der obern in einen Ast der *Vena jugularis.* Bei den Säugethieren und beim Menschen gelangen Chylus und Lymphe allein in die Schlüsselbeinvenen und namentlich der Chylus und grösste Theil der Lymphe durch den *Ductus thoracicus* in die *Vena subclavia sinistra* zum Venenblut, und sind in dem Blute der *Vena cava superior* oft noch spurweise zu erkennen. An dem *Ductus thoracicus* und an der *Cisterna chyli*, an den Lymphgefässen der Säugethiere überhaupt, und ausser den Lymphherzen an den Lymphgefässen der Amphibien habe ich nie eine Spur von Bewegung bemerken können.

Man kann sich auch eine ungefähre Vorstellung von der Bewegung der Lymphe machen aus der Menge der aus dem *Ductus thoracicus* ausfliessenden Flüssigkeit. In Magendie's Versuch bei einem Hunde mittlerer Grösse floss in 5 Min. ½ Unze Chylus aus dem angeschnittenen *Ductus thoracicus,* in dem Versuch von Collard de Martigny 9 Gran Lymphe in 10 Min. aus dem

Der

speciellen Physiologie

Zweites Buch.

Von den organisch-chemischen Veränderungen in den Säften und den organisirten Theilen.

I. Abschnitt. Vom Athmen.
I. Von dem Athmen im Allgemeinen.
II. Organologie der Athemwerkzeuge.
III. Von dem Athmen des Menschen und der Thiere.
IV. Von den Veränderungen des Bluts durch das Athmen.
V. Von dem chemischen Process des Athmens.
VI. Von den Athembewegungen und Athemnerven.
II. Abschnitt. Von der Ernährung, vom Wachsthum und von der Wiedererzeugung.
I. Von der Ernährung.
II. Von dem Wachsthum.
III. Von der Wiedererzeugung.
III. Abschnitt. Von der Absonderung.
I. Von den Absonderungen im Allgemeinen.
II. Von dem innern Bau der Drüsen.
III. Von dem Secretionsprocess.
IV. Abschnitt. Von der Verdauung, Chylification und Ausscheidung der zersetzten Stoffe.
I. Von der Verdauung im Allgemeinen.
II. Von den Verdauungsorganen.
III. Von den Bewegungen des Darmcanals.
IV. Von den Verdauungssäften.
V. Von den Veränderungen der Speisen im Darmcanal.
VI. Von der Chylification.
VII. Von der Function der Milz, der Nebennieren, der Schilddrüse und der Thymusdrüse.
VIII. Von der Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

Der speciellen Physiologie

Zweites Buch.

Von den organisch-chemischen Veränderungen in den organischen Säften und den organisirten Theilen.

I. Abschnitt. Vom Athmen.

I. Capitel. Vom Athmen im Allgemeinen.

Der wesentliche athembare Bestandtheil der Atmosphäre ist der Sauerstoff derselben, den sie im Verhältniss von 21 Theilen Sauerstoffgas auf 79 Theile Stickstoffgas enthält. Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft ist in der Regel äusserst gering. 10000 Volumtheile atmosphärischer Luft enthalten nach DE SAUSSURE 4,15 Kohlensäuregas. Auf dem Lande war das Maximum 5,74, das Minimum 3,15. In der Stadt Genf war der Kohlensäuregehalt der Luft um 0,31 Th. auf 10000 Th. Luft vermehrt. BERZELIUS, *Jahrb., übers. von* WOEHLER. 11. 64. Hierzu kommen örtliche Verunreinigungen, wie eine die Silberauflösung bei Einwirkung des Lichtes röthende organische Materie, die sich auch im Regenwasser findet. GMELIN's *Chemie.* 1. 442. In der Luft, in welcher Menschen und Thiere athmen, vermindert sich der Gehalt an Sauerstoff, an dessen Stelle fast eben so viel Kohlensäure tritt. Beim Athmen in reinem Sauerstoffgas wird die Luft eben so verändert. Ohne das Athmen für eine Verbrennung zu erklären, kann man doch die Aehnlichkeit zwischen den Veränderungen der Luft durch das Athmen und das Verbrennen nicht verkennen. Hier wie dort scheint das Stickgas indifferent zu seyn, und nur den Process durch seine Beimengung zu mässigen.

Bei der Betrachtung der Gasarten, in Beziehung auf das Athmen und die Athemorgane, muss man wohl unterscheiden, dass eine Gasart den belebenden Process im Athmen nicht unterhalten kann, ohne dass sie deswegen gerade giftig ist. Stickgas und Wasserstoffgas scheinen für das Athmen indifferent, sie unterhalten rein geathmet das Leben nicht, eben weil Sauerstoffgas fehlt,

und sind daher, der zum Athmen nöthigen Menge Sauerstoffgas beigemengt, unschädlich. Andere Gase sind nicht indifferent, sondern wegen der Affinität zu thierischen Stoffen geradezu giftig. Dann muss man unterscheiden, dass manches Gas in die Athemorgane eingeführt werden kann und doch giftig ist, dass es aber gewisse Gase giebt, die nicht einmal in grösserer Menge in die Athemorgane eingeführt werden können, weil sie krampfhafte Zusammenziehungen der Respirationsorgane, vorzüglich Verschliessung der Stimmritze bedingen.

I. Gase, welche den chemischen Process des Athmens unterhalten.

1. Dauernd und ohne Nachtheil für das Leben: Die atmosphärische Luft.

2. Eine Zeitlang, aber nicht dauernd: Sauerstoffgas und Stickstoffoxydulgas. Beim Athmen in Sauerstoffgas soll das Blut selbst in den Venen hellroth werden. Es soll zuletzt zerstörend wirken. Dagegen haben Allen und Pepys beim Menschen keine Beschwerden, und bei einer Taube nur Unruhe, nach dem Versuch aber Erholung bemerkt. Lavoisier und Seguin sahen bei Meerschweinchen, die 24 Stunden in Sauerstoffgas athmeten, keine Beschwerde. Allen und Pepys fanden beim Athmen in Sauerstoffgas mehr Kohlensäure als beim Athmen in atmosphärischer Luft gebildet. Dagegen wollten sie bei einer Taube weniger Kohlensäurebildung als in atmosphärischer Luft gefunden haben. Schwindsüchtige befinden sich beim Athmen in Sauerstoffgas schlechter.

Stickstoffoxydulgas unterhält zwar das Leben eine kurze Zeit, wirkt aber doch schnell berauschend und betäubend, wobei Exaltation, subjective Sinneserscheinungen, Verwirrung des Geistes, und zuletzt Ohnmacht eintreten. H. Davy, *Untersuchungen über das oxydirte Stickgas. Lemgo.* 1814. Ein Theil des Gases wird beim Athmen dieser Gasart in Blut aufgelöst, welches purpurroth wird, die Farbe des Gesichtes, der Lippen wird wie die eines Todten. Es entwickelt sich aus den Lungen Stickgas und kaum etwas Kohlensäuregas.

II. Gase, welche zwar inspirabel sind, aber nicht den chemischen Process des Athmens unterhalten.

1. Gase, die keinen positiven giftigen Einfluss ausüben, sondern nur aus Mangel der Gasart, die allein das Leben unterhält, tödten: Stickgas und Wasserstoffgas. Nach Lavoisier's und Seguin's Versuchen athmen Meerschweinchen in einem Gemenge von gleichviel Sauerstoffgas und Wasserstoffgas ohne besondere Beschwerde, indem sie eben so viel Sauerstoffgas verzehren, wie in einem Gemenge von gleichviel Sauerstoffgas und Stickgas, und kein Wasserstoffgas absorbiren. Beim Athmen von Wasserstoffgas wird nach Allen und Pepys Stickgas aus dem Blut ausgehaucht. Nach Allen, Pepys und Wetterstedt (Berzel. *Thierchem.* 101.) macht Wasserstoffgas schläfrig. Frösche lebten in Wasserstoffgas meist 3—4 Stunden, selten viel länger, wie in einem Fall 12 Stunden. Sie wurden ebenfalls zuletzt wie betäubt und vergassen

das Athmen, bis man sie innerhalb des Gefässes anstiess oder rüttelte, worauf dann wieder einigemal eingeathmet wurde.

2. Giftige Gasarten. Kohlenwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Arsenikwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Cyangas? Atmosphärische Luft, die $\frac{1}{1500}$ Schwefelwasserstoffgas enthält, tödtet nach Thenard einen Vogel, $\frac{1}{800}$ einen Hund, $\frac{1}{250}$ ein Pferd. Hieher gehört wohl auch die Kohlensäure; denn sie bewirkt keinen Husten, wenn sie auch in grosser Menge eingeathmet wird. Sie narkotisirt und macht scheintodt ohne Erstickungszufälle. Atmosphärische Luft mit mehr als 10 p. C. Kohlensäuregas tödtet bald. Diese giftigen Gasarten tödten auch, wenn sie in kleinen Quantitäten ins Blut injicirt werden. Nysten, vergl. pag. 124. Anmerk.

III. Gase, welche in grösserer Menge gar nicht einmal inspirirt werden können, indem sie eine krampfhafte Verschliessung der Stimmritze bewirken. In kleinerer Quantität erregen sie Husten.

Alle sauren Gasarten, (mit Ausnahme der Kohlensäure, welche nicht erstickend, sondern vergiftend tödtet), ferner Chlor-, Stickstoffoxyd-, Fluorboron-, Fluorsilicium-, Ammoniakgas. Berzel. *Thierchem.* 103. Gmelin, *Chem.* 4. 1527. Flüssigkeit, Wasser reizt wie feste Körper auch zu krampfhafter Verschliessung der Stimmritze bis zum Ersticken, sehr wenig dagegen, wenn etwas Flüssigkeit einmal in den Lungen ist, und man kann durch eine Oeffnung der Luftröhre ziemlich viel Wasser einspritzen. Der Tod erfolgt im ersten Fall durch die Verschliessung der Stimmritze, welche bei einem Loche in der Luftröhre ganz unschädlich ist.

Die Thiere, welche im Wasser leben, athmen zum Theil atmosphärische Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Amphibien und Wassersäugethiere, durch Lungen, zum Theil athmen sie das Wasser selbst, oder vielmehr die im Wasser aufgelöste Luft, wie die Fische durch Kiemen. Das Wasser der Seen, Flüsse und des Meeres enthält nämlich auch atmosphärische Luft oder vielmehr Sauerstoffgas und Stickgas in bestimmten Proportionen aufgelöst, welche es aus der Atmosphäre absorbirt. v. Humboldt und Provençal entwickelten durch Kochen aus Seinewasser 0,0264—0,0287 Theile seines Volumens Luft. Diese enthielt 0,306 bis 0,314 Theile Sauerstoffgas und 0,06 bis 0,11 Theile kohlensaures Gas. Man darf sich also nicht vorstellen, dass das Wasser selbst eine Veränderung durch das Athmen erleide, nur die darin aufgelöste Luft wird verändert, Sauerstoff daraus absorbirt, und Kohlensäure ausgeschieden. Fische athmen im Wasser, welches mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas imprägnirt ist, nur das erstere, das Wasserstoffgas, bleibt unverändert. In ausgekochtem Wasser sterben die Fische wegen Mangel an Sauerstoffgas schnell, innerhalb 4 Stunden, wobei sie ihre Athembewegungen fortsetzen. Priestley sah Fische in luftfreiem, mit Stickoxydgas (Salpetergas) imprägnirtem Wasser 10—15 Min. leben, als aber die geringste Menge atmosphärischer Luft hinzukam, starben sie unter Krämpfen.

Der chemische Process des Athmens ist nicht wesentlich von

den Athembewegungen abhängig; diese dienen nur zur Ventilation, d. h. das während des beständigen chemischen Processes zwischen Luft oder Wasser und Blut veränderte Medium, Luft oder Wasser, auszutreiben und frische Luft oder Wasser in den Apparat des chemischen Processes zu bringen. Die Lungen bieten durch ihre innere Oberfläche eine ungeheure Fläche zur Wechselwirkung zwischen Blut und Luft dar, diese Wechselwirkung ist beständig, weil die Lungen auch beim Ausathmen nicht von Luft leer werden. Die Verengerung und Erweiterung des Brustkastens, dem die anliegenden Lungen folgen, werfen einen Theil der Producte aus dem Reservoir der Lungen von Zeit zu Zeit aus, und führen das neue Material zur neuen Production in das Reservoir der Lungen. Die Fische nehmen das frische Wasser durch den Mund auf und treiben einen Theil darauf zwischen den Kiemen heraus, wobei sie die Kiemendeckel öffnen und schliessen.

Die menschliche Lunge enthält nach H. Davy nach möglichst starken Ausathmen noch 35, nach gewöhnlichem Ausathmen 108 Cubikzoll Luft; nach Davy werden gewöhnlich 10—13 C. Z. ein- und ausgeathmet. Herbst (Meck. *Arch.* 1828.) fand, dass grössere Erwachsene bei ruhigem Einathmen 20—25 C. Z., kleinere 16—18 C. Z. ein- und ausathmen.

Das Athembedürfniss ist sehr verschieden, am grössten bei den Wirbelthieren, und unter diesen bei den warmblütigen. Die warmblütigen Thiere starben in der Luftpumpe schon innerhalb einer Minute, Vögel in 30—40 Secunden. Amphibien dagegen leben ziemlich lange im luftleeren Raume und irrespirabeln Gasarten; eine Schildkröte starb unter Oel in Carradori's Versuchen (*ann. d. chim. et d. phys.* 5. 94.) erst in 24—36 Stunden. Frösche sterben unter Oel in weniger als 1 Stunde, unter lufthaltigem Wasser leben sie (durch Athmen mit der Haut) lange; nach Edwards lebten Kröten in der Seine in verschlossenen Körben Tage lang, in luftlosem Wasser nach Spallanzani und Edwards einige Stunden. Edwards, Meck. *Arch.* 5. 141. Nach meinen Versuchen lebten Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen circa 30 Stunden, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut. Ein Frosch zeigte einmal in den vorher erwähnten Versuchen in *reinem* Wasserstoffgas noch nach 12 Stunden deutliche Lebenszeichen und athmete von Zeit zu Zeit, und war selbst nach 22 Stunden nur scheintodt.

Nach v. Humboldt's und Provençal's Versuchen lebten Goldfische in ausgekochtem Wasser 1 Stunde 40 Minuten; nach ihren Versuchen sterben Fische in wässeriger Kohlensäure und kohlensaurem Gas in wenigen Minuten, während sie in Stickgas und Wasserstoffgas, worin sie ihre Kiemendeckel schliessen, erst in 5 Stunden sterben.

Die Insecten sterben in Oel nach Carradori sogleich, auch schnell nach Treviranus, wenn man ihre Luftlöcher mit Oel bestreicht. Dagegen lebten Blaps- und Tenebrio-Arten in Biot's Versuchen unter der Luftpumpe in verdünnter Luft von 1—2 Millimeter Spannung 8 Tage. Bremsenlarven lebten nach den Versuchen von Schroeder v. d. Kolk lange in irrespirabeln Gasarten.

Die Larven einiger Insecten leben in faulenden Theilen von Pflanzen und Thieren und scheinen wenig freies Sauerstoffgas zu bedürfen, obgleich man kein Insect kennt, welches nicht ein Luftröhrensystem und also Luft im Innern enthielte. Berzelius sah Larven im Quellwasser leben, das kohlensaures Eisenoxydul und etwas Schwefelwasserstoffgas enthielt. Blutegel scheinen lange ohne Wassererneuerung zu leben. Holothurien starben in Tiedemann's Versuchen im Seewasser, das nicht erneuert wurde, in einem Tage. Die Eingeweidewürmer scheinen durch ihren Aufenthalt in belebten Wesen des Athmens nicht zu bedürfen. Aber überhaupt scheint das Athmen zum Leben der niedersten Thiere nicht wesentlich nothwendig zu seyn.

Die vorzüglichsten Arbeiten über das Athmen sind: Goodwyn, *on the connexion of life with respiration. London*, 1788. Lavoisier et Seguin, *Ann d. Chim.* 91. 318. Menzie's, *tentamen physiol. de resp. Edinb.* 1790. Crell, *Ann.* 1794. 2. 33. H. Davy, Gilb. *Ann.* 19. 298. Pfaff, in Gehlèr *J. de Chem.* 5. 103. Provençal et Humboldt, Schweigg. *J.* 1. 84. Edwards, *Ann. de Chim. et de Phys.* 22. 35. Dulong, Schweigg. *J.* 38. 505. Despretz, *Ann. d. Chim. et de Phys.* 26. 337. Spallanzani, *mém. sur la respiration. Genève,* 1803. Hausmann, *de anim. exsang. resp. Hannov.* 1803. Sorg, *de resp. insect. et verm. Rudolst.* 1805. Nitzsch, *de resp. animalium. Viteb.* 1808. Nasse, Meck. *Arch.* 2. 195. 435. Treviranus, *Zeitsch. für Physiol.* 4. 1.

II. Capitel. Organologie der Athemwerkzeuge.

Viele der niedersten Thiere scheinen mit der ganzen Haut zu athmen. Das Athemorgan entsteht, indem ein zur chemischen Veränderung der Luft oder des lufthaltigen Wassers bestimmter Theil der Haut sich in einem kleinen Raume zu einer grossen Oberfläche, welche den Contact zu vermehren bestimmt ist, vergrössert. Diese Vergrösserung der die Luft zersetzenden Oberfläche geschieht entweder nach innen in den *Lungen* als sackförmige oder verzweigte Höhlungen, oder durch Vermehrung der Oberfläche nach aussen, in der *Kieme* in Form von Blättern, Zweigen, Kämmen, Quasten, Wimpern, federförmigen Auswüchsen, Formen, die so mannichfaltig sind, dass die Natur hierin gleichsam die Aufgabe gelöst zu haben scheint, die denkbaren Formen der Flächenvermehrung nach aussen durch vorspringende Bildungen zu realisiren. Die dritte Art der Respirationsorgane ist durch Contactsvermehrung der thierischen Theile und der Luft in einem durch alle Organe verzweigten Luftröhrensystem gegeben, welches sich mit den feinsten Zweigen bis in die kleinsten Theile aller Organe verbreitet. Diess ist das Tracheensystem der Insecten und Tracheenspinnen. Die Lungen athmen gemeiniglich nur Luft, doch giebt es Ausnahmen, wie z. B. das Respirationsorgan der Holo-

thurien, welches einen hohlen Baum mit hohlen Endzweigelchen vorstellt, der von seiner innern Fläche aus athmet, indem er das Wasser aufnimmt, das von Zeit zu Zeit ausgetrieben wird. Die Kiemen athmen meistens Wasser, aber zuweilen auch Luft, wie die Kiemen der auf dem Lande lebenden Crustaceen, der Landasseln. Lungen und Kiemen, in ihren extremen Formen durchaus verschieden, nähern sich doch oft so sehr, dass es schwer ist, zu bestimmen, ob etwas Lunge oder Kieme ist. Nicht allein dass die Kiemen der Cyclostomen, der Haien und der Rochen in den Wänden von Kiemensäcken angebracht sind, dass die Kieme der Ascidien unter den Mollusken ein Kiemensack ist; in dem Athemorgane der Lungenspinnen ist die Vermischung der Charactere noch grösser. Diese Organe haben die Charactere der Lungen und Kiemen zu gleicher Zeit, und wurden vielleicht mit eben so viel Recht oder Unrecht von Treviranus Kiemen, als von mir Lungen genannt. Diess sind Säckchen, welche durch eine Anzahl zarter Scheidewände in innere Fächerchen getheilt sind. Diese Organe athmen Luft. Das Tracheensystem der Insecten athmet meist Luft durch Luftlöcher ein; allein einige derjenigen Insecten, die im Wasser leben, athmen die im Wasser aufgelöste Luft durch kiemenförmige Anfänge des Tracheensystems, so dass sie die im Wasser aufgelöste Luft durch diese Tracheenkiemen in gasförmige Luft verwandeln, die dann in ihrem Luftröhrensysteme weiter verbreitet wird.

Bei den Infusorien scheinen die einzigen Athemorgane die zarten, nur bei den stärksten Vergrösserungen sichtbaren Wimpern zu seyn, womit viele theilweise oder ganz besetzt sind. Bei den Polypen scheint die ganze Körperoberfläche dem Athemprocess zu dienen. Bei einigen, wie den Alcyonellen, scheinen ihre Büschel zugleich Kiemen zu seyn. Unter den Echinodermen bildet das Athemorgan bei den Holothurien ein hohles Strauchwerk oder Bäumchen mit Endzellchen, welches das Wasser durch den Stamm aufnimmt, und von der innern Oberfläche des Organes aus athmet. Bei den Seesternen sind die Respirationsorgane nach Tiedemann weiche Röhrchen auf der Haut des Thiers, in welche das Wasser eindringen kann. Tiedemann, *Anatomie d. Röhrenholothurie etc.* Bei den Anneliden sind die Athemorgane theils freie büschelförmige Kiemen, in Form von Zweigelchen wie in den Arenicolen, und ähnliche Organe an den Füssen der Nereiden, bald Athembläschen, die unter der Haut verborgen liegen, und wovon jedes durch eine Oeffnung nach aussen führt, wie bei den Lumbricinen, Naiden, Hirudineen.

Die Mollusken athmen theils durch Kiemen Wasser, theils durch Lungen Luft. Im ersten Fall sind z. B. die Cephalopoden, ein Theil der Gasteropoden, die Acephalen, im zweiten Fall befindet sich ein Theil der Gasteropoden, wie z. B. die Helicinen und Limacinen. Die Kiemen stellen Falten oder Blätter dar, die parallel nebeneinander verbunden sind, oder von einem Schafte ausgehen, wie bei den Sepien, oder verzweigt sind, wie bei den Doris, wo sie um den After stehen. Bei den zweischaligen Muscheln sind jederseits 2 in der Länge des Thieres verlaufende

doppelwandige Blätter, zwischen deren Lamellen zugleich die Eier gelangen können, um sich zu entwickeln. Siehe v. Baer, Meck. *Archiv.* 1830. Bei den Ascidien bilden die Kiemen eine sackförmige Vorhalle des Darmschlauches, wo die innere Haut gitterförmige Vorsprünge bildet. Die luftathmenden Gasteropoden leben theils im Wasser, wie z. B. die Süsswasserschnecken, und athmen Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Limnäen u. a., theils leben sie auf dem Lande, wie die Limacinen und Helicinen. Das Athemorgan ist eine sackförmige Lunge, deren Athemloch sich rhythmisch öffnet und schliesst.

Bei den Crustaceen sind die Kiemen entweder wasserathmend, wie bei den meisten, sie sind dann theils federförmig vereinigte Blätter, wie bei den Brachiuren, theils Büschel von Fäden ausschickende Fortsätze, wie bei den Macruren, theils einfache Blätter, wie bei den Wasserasseln. Die luftathmenden Kiemen der Landasseln stellen auch einfache hohle Blätter dar. Bei mehreren Crustaceen sind die Kiemen mehr blasenartig, wie bei den Amphipoden. Die Kiemen der Crustaceen sind entweder mit den Füssen verbunden oder mit der Unterseite des Bauches.

Die Spinnen zerfallen in Lungenspinnen und Tracheenspinnen. Die Athemorgane der Lungenspinnen liegen an der untern Seite des Hinterleibes, bald 1 Paar, wie bei den meisten Spinnen, bald 2 Paar, wie bei den Mygalen, bald 4 Paar, wie bei den Scorpioniden. Diese Organe, welche ich in Meck. *Archiv.* 1828. und *Isis.* 1828. 707. weitläufiger beschrieben habe, sind Säckchen, zu welchen jedesmal ein Luftloch führt. In diesen Säckchen sind viele parallele Scheidewändchen oder Blätter aufgestellt. Die Abtheilungen zwischen diesen Blättern springen am untern Rande der Kieme beim Aufblasen vor, so dass die Kieme auch äusserlich am hintern Rande abgetheilt ist. Die im Wasser lebenden Spinnen, wie *Aranea aquatica,* nehmen zwischen den Haaren ihres Leibes Luft mit in das Wasser hinab, die sie verzehren; doch scheinen die Hydrachnen, so wie die Pycnogoniden nicht Luft zu athmen. Die Tracheenspinnen, wie *Solpuga, Chelifer, Phalangium,* und die Acariden verhalten sich im Bau ihrer im ganzen Körper sich verbreitenden Luftröhren, die durch Luftlöcher Luft erhalten und ausscheiden, wie die Insecten. Dugès hat auch Spinnen (*Dysdera, Segestria*) beobachtet, welche Lungen und Luftröhren zugleich haben. Die beiden hinteren der 4 Stigmen derselben sind Tracheal-Stigmen.

Alle Insecten haben ein Tracheensystem, die meisten athmen in der Luft, diese nehmen die Luft durch eine Anzahl Luftlöcher, *Stigmata,* meist an den Seiten der Leibesringe auf. Siehe die Abbildungen des ganzen Luftröhrensystems mehrerer Insecten bei Marcel de Serres, *Isis.* 1819. 4. Die Luftröhren führen die Luft von den Stigmata theils in Säckchen, wovon die übrigen Luftröhrenstämmchen ausgehen, theils in Längsstämme, die sich durch das ganze Thier bis in die kleinsten Theile verzweigen. Bei mehreren, besonders bei den Orthopteren, sieht man deutliche Athembewegungen durch abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Hinterleibes. Vor dem Fliegen scheinen die Käfer

sich mit mehr Luft zu füllen, wobei ihre Flügel, die ebenfalls Luftröhren enthalten, sich entfalten.

Einige Insecten leben im Wasser und athmen doch Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Larven mancher *Diptera,* die Wasserwanzen und einige Käfer, die im Wasser leben. Die Dytisken kommen an die Oberfläche des Wassers und nehmen die Luft in Luftlöcher am After auf. Die Hydrophilen nehmen Luftblasen zwischen den Haaren ihres Körpers mit in die Tiefe. Beide Käfer haben ihre Luftlöcher als Larven am Schwanzende. Burmeister. Die Larven der gemeinen Stechmücke, *Culex pipiens,* haben eine Athemröhre am letzten Hinterleibsringe, die Puppen derselben zwei Athemröhren aus dem Brustkasten hervorragend. Andere dieser Mücke verwandte Gattungen dagegen athmen als Larven Wasser mit Kiemen. Aber die Larven der Federmücken, *Chironomus,* haben wieder zwei Athemröhren am Schwanzgliede. Bei den *Stratiomys* endigt das letzte Glied des Leibes in eine Athemröhre. Sehr interessant ist die Athemröhre der Larven der Gattung *Eristalis,* die im Schlamm von Pfützen, Gossen und Abtritten leben. Das letzte Glied des Leibes verlängert sich in eine häutige Röhre, in welcher eine zweite hornige steckt, die, wie die Athemröhre der *Culex* und *Stratiomys* zur Suspension auf der Wasseroberfläche mit einem Borstenkranze versehen ist. Die Larve richtet dieses Rohr, dessen inneres Stück, wenn es nöthig ist, hervorgeschoben wird, bis an die Oberfläche des Wassers, die Röhre kann zu diesem Zwecke ausserordentlich verlängert werden, während die Larve auf dem Grunde lebt und an der Oberfläche des Wassers athmet. Burmeister, *Entomologie. I.* 178. Auch einige Wasserwanzen, *Nepa* und *Ranatra,* haben Athemröhren.

Einige Insecten, die als Larven im Wasser leben, athmen obgleich sie in ihrem Innern ein Luftröhrensystem haben, zunächst Wasser. Diese besitzen statt Luftlöcher, Kiemen, als Anfänge der Luftröhren. Diese Kiemen haben die Function, die im Wasser aufgelöste Luft von dem Wasser abzuscheiden, und im gasförmigen Zustande dem Luftröhrensystem zu überliefern.

Die Kiemen sind theils haarförmige Fäden, deren Inneres die Anfänge der Luftröhren enthält. Diese Haare sind bald strahlig vereinigt, bald verzweigt. Solche Kiemen haben z.B. die Larven und Puppen mehrerer Mücken. Blattförmig sind die Kiemen mehrerer *Neuroptera.* Mit haarförmigen Kiemen an den Seiten der Ringe athmen die Larven des Drehkäfers *Gyrinus.* Am häufigsten sind die Kiemen bei den Larven der Neuropteren. Bei Ephemera sind es flossenartige Kiemenblättchen an der Seite des Leibes, im Innern der Blättchen beginnen die Zweige der Luftröhren. Die Kiemen der Larven der Wasserjungfern liegen im letzten Leibesringe, bei Agrion bilden sie 3 grosse gefranzte Blätter. Die büschelförmigen Kiemen der Larven der Libellen liegen im Mastdarme, so dass die büschelförmigen Enden der Luftröhrenstämme, die Haut des Mastdarms durchbohrend in die Höhle des Mastdarms hineinragen. Die Larven der *Phryganeen* und *Semblis* besitzen faden- oder blattförmige Fortsätze an den Seiten

des Hinterleibs. Unter den Dipteren athmen die Larven der *Chironomus* Luft durch Athemröhren, die Puppen aber die im Wasser aufgelöste Luft durch Kiemenbüschel am Brustkasten. *Anopheles* athmet als Larve mit Kiemen am Schwanzende, mit Athemröhren als Puppe. Unter den Schmetterlingen lebt die Raupe einer Motte, *Botys stratiotalis,* im Wasser. Eine ausführlichere Darstellung der Athemorgane hat Burmeister in seiner schätzbaren Entomologie gegeben, wovon hier ein Auszug mitgetheilt worden. Abbildungen der Kiemen der Wasserinsekten hat Suckow in Heusinger's *Zeitschrift für organ. Physik. Bd.* 2. gegeben. Wenn die mit Kiemen athmenden Larven und Puppen sich verwandeln, verlieren sie ihre Kiemen, und athmen Luft durch Luftlöcher.

Die Kiemen der Fische liegen hinter dem Kopfe. Das Wasser, durch den Mund aufgenommen, gelangt aus dem Schlund durch die Kiemenhöhle und durch die äusseren Kiemenspalten wieder heraus.

Die Kiemenblätter der Grätenfische bilden an jedem knöchernen Kiemenbogen eine doppelte Reihe von lanzettförmigen Blättchen, die wie Zähne eines Kammes auf den Kiemenbogen aufsitzen. Die Kiemenblätter schicken wieder queere kleinere Blätterchen aus. Die Kiemenarterien treten am untern Ende der Kiemenbogen ein, verlaufen in der Furche an der Convexität des Bogens bis zum obern Ende, dünner werdend, die Kiemenvenen in umgekehrter Richtung, so dass diese unter der Wirbelsäule zu dem Arteriensystem zusammen treten. Auf jenem Wege giebt jede *Art. branchialis* so viel Aeste als Kiemenblätter; diese führen in queere Gefässe der feinsten Kiemenblättchen, von diesen aus gelangt das Blut in das capillare Netzwerk der feinsten Kiemenblättchen, aus welchen auf ähnliche Art die Venen auf der entgegengesetzten Seite der Kiemenblättchen entstehen. Hyrtl in *med. Jahrb. des österr. Staates. XV.* 1838.

Die *Heterobranchus* unter den Welsen haben baumförmige Nebenkiemen an ihren letzten Kiemenbogen, und die Labyrinthfische, *Anabas, Trichopus, Ophicephalus, Colisa, Osphromenus* u. a., welche längere Zeit auf dem Lande leben können, besitzen dem Siebbein ähnlich gebildete Labyrinthförmige Nebenkiemen. Cuv. *hist. nat. d. poiss. Tab.* 205. 206. Mehrere Fische haben auch eine Art Luftsäcke, wie Lungen, die von der Kiemenhöhle ausgehen, wie unter den Welsen *Silurus fossilis Bloch.,* und unter den Aalen *Symbranchus cuchia.* Siehe Taylor in *Edinb. Journ. of Sc.* 1831. Bei *Lepidosiren*, welche von Natterer als Amphibium beschrieben, von Owen als Fisch erklärt worden, kommen ausser den Kiemen auch wahre von einer Glottis ausgehende Lungen vor. Owen in *Transact. of the Linn. Soc. XVIII.* Bischoff, *Lepidosiren paradoxa. Leipz.* 1840.

Die Störe besitzen eine halbe Kieme am Kiemendeckel, eben so die Haifische und Rochen am Gürtel vor den Kiemenbogen. Bei den Grätenfischen und bei dem Stör sind die Kiemenbogen nach der äussern Seite frei, und nur von dem beweglichen Kiemendeckel bedeckt, oder von der Kiemenhaut bis auf eine Oeff-

nung bedeckt, wie beim Aal. Bei den Haifischen, Rochen dagegen geht von jedem Kiemenbogen zwischen den Kiemenblättchen der vordern und hintern Seite eine häutige Fortsetzung bis zur Haut, die bei diesen Thieren die Kiemen ganz bis auf 5 Oeffnungen bedeckt. Dadurch entstehen vollständige Scheidewände zwischen Schlund und Haut, in welchen die Kiemenbogen eben liegen. Von diesen Kiemenbogen gehen die Kiemenblätter als parallele Fältchen der Schleimhaut, welche diese Säcke auskleidet, aus.

Bei den Cyclostomen giebt es auch Kiemensäcke mit äusseren Oeffnungen, indem je zwei Kiemen zu einem Sack sich verbinden. Die Kiemenbogen fehlen, und statt deren giebt es bloss häutige Scheidewände, welche nach zwei Seiten hinten mit Schleimhaut ausgekleidet sind. Starke Falten dieser Schleimhaut bilden die Kiemenblätter. Bei *Ammocoetes* sind 6, bei *Petromyzon* 7 Kiemensäcke und Oeffnungen. Bei Ammocoetes öffnen sich die inneren Kiemenlöcher der Säcke in den Schlund, gleich wie die Kiemenspalten der Grätenfische. Bei den Petromyzen dagegen öffnen sich die 7 inneren Kiemenlöcher in einen vor der Speiseröhre liegenden, am Ende blinden, vorn mit dem Munde zusammenhängenden Bronchus *).

Die nackten Amphibien athmen in der ersten Zeit der Jugend mit Kiemen das Wasser, später bekommen die Larven auch Lungen zum Luftathmen, und bei der Verwandlung verlieren sie die Kiemen ganz, aber die Proteiden behalten ihre Kiemen das ganze Leben.

Die Froschlarven haben anfangs äussere Kiemenfrangen, später innere Kiemen an den Kiemenbogen innerhalb der Kiemenhöhle, welche letztere von der Haut bis auf eine Oeffnung bedeckt ist. Die Salamanderlarven und die Proteiden haben zwar Kiemenspalten, aber äussere Kiemenbüschel. Bei dem *Proteus* sind nach Rusconi die Kiemenarterien die Aeste des *Truncus arteriosus*; die Kiemenvenen vereinigen sich zu dem Arteriensystem des Körpers, aber die Kiemenarterien anastomosiren auch mit den Wurzeln des Arteriensystems. Ebenso bei den Larven der Salamander, so dass die Kiemengefässe gleichsam Aeste von Aortenbogen sind, auf welche sich die Blutbewegung nach dem Verluste der Kiemen zurück zieht. Die Kiemenarterien und Venen der Froschlarven verlaufen in entgegengesetzter Richtung, anastomosiren aber auch mit einander. Vergl. oben pag. 139.

Ueber den Bau der Athemwerkzeuge der Amphibienlarven und Proteideen siehe Cuvier, *oss. fossil. T.* 5. 2. Humboldt und Bonpland, *Beobacht. aus der Zool. Tüb.* 1806. Rusconi, *descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle Salamandre.* Siebold, *observ. de Salamandris et Tritonibus. Berol.* 1828. Rusconi, Configliachi, *del proteo anguino. Pavia* 1819. J. Mueller's *Bei-*

*) Ueber die vergleichende Anatomie des Kiemengerüstes siehe Rathke, *Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein. Riga.* 1832. und die früheren Auflagen dieses Handbuches.

träge zur Naturgeschichte und Anatomie der Amphibien, in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiologie*. 4. 2. und vergleiche oben p. 139.

Die Lungen der Amphibien sind eigentlich blosse Säcke, mit zellenförmigen Vorsprüngen im Innern, wodurch die Fläche vermehrt wird. Die Lungen der meisten *nackten* Amphibien haben nur eine häutige, meist sehr kurze Luftröhre, bei den Batrachiern führt der Kehlkopf fast sogleich in die häutigen Bronchien. Die erste Erscheinung von Knorpelstücken in den Bronchien ist bei *Dactylethra*, wo sie ganz unregelmässig verzweigte und selbst durchlöcherte Platten bilden, ohne alle Aehnlichkeit mit Luftröhrenringen. Knorpelringe kommen an den Bronchien der verwandten *Pipa* vor. Die Luftröhre der Coecilien enthält schon regelmässige Knorpelringe. Bei den beschuppten Amphibien vergrössert sich die athmende Fläche durch Vermehrung der Zellen im Innern. Die Lungen der Vögel füllen nicht, wie bei den Säugethieren, den grössten Theil der Brusthöhle aus, sondern liegen im hintersten Theil derselben (an den Rippen sogar verwachsen), während Brusthöhle und Bauchhöhle noch nicht durch ein Zwerchfell geschieden sind. Auf der Oberfläche der Lungen befinden sich aber Oeffnungen, welche die Luft aus den Lungen weiter in grosse Zellen um den Herzbeutel her und zwischen den Eingeweiden des Unterleibes führen, so dass man durch die Luftröhre diese Zellen aufblasen kann. Durch Anfüllen der Zellen kann sich indess, wie Kohlrausch (*de avium saccorum aëriorum utilitate. Gott.* 1832.) zeigt, der Vogel für den Zweck des Fliegens nicht leichter machen. Diese Zellen stehen sogar durch besondere Oeffnungen mit den hohlen Knochen in Verbindung, so dass die meisten Knochen (mit wenigen Ausnahmen) mit Luft gefüllt sind. Hierdurch ist der Körper des Vogels natürlich leichter, als wenn seine Knochen Mark enthielten. Wenn ein Vogel aus einer bedeutenden Höhe, wo die Luft sehr verdünnt ist, in dichtere Luft sich herabsenkt, so wird die Tension der Luft im Innern seines Körpers sich mit der Tension der Atmosphäre schnell ins Gleichgewicht setzen. Die Lungen der Vögel haben noch das Ausgezeichnete, dass ihre Luftröhrenzweige zuletzt kurze blinde, pfeifenartig neben einander liegende Röhren bilden, deren Wände eine zellige Structur haben. Beim Embryo der Vögel sind diese Röhren noch deutlicher und von einander mehr getrennt mit Endanschwellungen. Siehe Retzius, Froriep's *Not.* 749. Retzius bemerkt auch, dass die Röhrchen bei den Vögeln mit einander communiciren. Die Lungen des Menschen und der Säugethiere sind von jenen wesentlich verschieden gebaut, dass, wie Retzius bemerkt, die feinsten Luftröhrenzweige, ohne *Cellulae parietales* zu besitzen, in *Cellulae terminales* führen. Die Zellen communiciren nicht mit einander, sondern nur mit ihren zuführenden Luftröhrenzweigelchen. Nach Reisseisen (*de fabrica pulmonum. Berol.* 1822.) hat in der Lunge des Menschen jede Zelle noch ihre kleine Arterie und Vene, zwischen denen die Capillargefässnetze. Letztere sind äusserst dicht, so dass die Zwischenräume fast kleiner sind als der Durchmesser der Capillargefässe. Eine Lungenzelle ist 20 Mal im Durchmesser grösser als der Durchmesser eines

Capillargefässes in den Wänden dieser Zelle. Das Athmen geschieht durch Contact der Luft und des Blutes, während dieses durch die unzähligen Capillargefässe der Lungenzellen vertheilt vorüber strömt, wobei die kleinsten Theilchen des Bluts der Einwirkung der Atmosphäre auf der ungeheuren Contactsfläche aller Lungenzellen ausgesetzt werden. Die Wechselwirkung geschieht durch die zarten Wände der Capillargefässe nach den Gesetzen, welche schon pag. 193—200 erläutert worden sind.

III. Capitel. Vom Athmen des Menschen und der Thiere.

1. Vom Athmen in der Luft.

Die Veränderungen der Luft durch das Athmen bestehen darin, dass die Luft einen Theil ihres Sauerstoffgases verliert, und dass Kohlensäure mit Wasserdampf an dessen Stelle treten.

H. Davy athmete fast eine Minute lang (19 Respirationen) 161 Cubikzoll Luft, welche 117 C. Z. Stickgas, 42,4 C. Z. Sauerstoffgas, 1,6 C. Z. kohlensaures Gas enthielten. Hernach enthielt die Luft 111,6 C. Z. Stickgas, 23,0 C. Z. Sauerstoffgas, 17,4 C. Z. kohlensaures Gas. Gilb. *Ann.* 19. 307. In einer Minute wurden also 15,8 C. Z. kohlensaures Gas ausgeschieden.

Allen und Pepys haben eine sehr musterhafte Untersuchung des Athmens angestellt. *Phil. Transact.* 1808. 1809. Schweigg. *J. B.* 1. und Meck. *Arch.* 3. 233. Einathmungen und Ausathmungen geschahen aus und in verschiedene Gasometer. Der 13. Versuch ist von besonderm Interesse. Ein Wassergasometer war das Reservoir der atmosphärischen Luft, welche eingeathmet wurde, Quecksilbergasometer dienten zum Auffangen der ausgeathmeten Luft. Nachdem 11 Quecksilbergasometer mit ausgeathmeter Luft angefüllt waren, fuhr der Athmende so lange fort in dem zwölften zu athmen, bis das Wassergasometer wieder mit frischer Luft gefüllt war. Dann wurden wieder 11 Quecksilbergasometer und später eben so zum dritten Male mit ausgeathmeter Luft gefüllt. Der Versuch dauerte $24\frac{1}{2}$ Min. Die während dieser Zeit eingeathmete Luft betrug 9890, die ausgeathmete 9872 C. Z. Hundert Theile der ausgeathmeten Luft gaben bei der Prüfung 8 Theile Kohlensäure, 13 Sauerstoff, 79 Stickstoff. Hiernach beträgt die ganze Menge der in $24\frac{1}{2}$ Minuten erzeugten Kohlensäure 789,76 C. Z., oder für die Minute 32 C. Z. engl.

Als in dem 14. Versuch 300 C. Z. atmosphärische Luft 3 Minuten lang geathmet worden, betrug die Kohlensäure doch nur 9,5 in 100 Theilen Luft. Häufige Wiederholung der Versuche ergab, dass die eingeathmete Luft mit 0,08 bis 0,085 proc. Kohlensäure beladen ausgeathmet wird, und dass, wenn man das Einathmen derselben Luft so oft als möglich wiederholt, die Menge der erzeugten Kohlensäure nicht über 0,10 in 100 Th.

der ganzen Luftmasse beträgt. Während im 13. Versuch bei $24\frac{1}{2}$ Minuten langem Athmen frischer Luft 789,76 C. Z. oder in der Minute 32 C. Z. Kohlensäure ausgeathmet wurden, wurde (Versuch 14) bei 3 Minuten langen Athmen derselben 300 C. Z. Luft nur $3 \times 9{,}5 = 28{,}5$ C. Z. oder in einer Minute 9,5 C. Z. Kohlensäure gebildet und ausgeathmet. Im Versuch 13 waren in einer Minute $\frac{9890}{24,5} = 403$ C. Z. frische atmosphärische Luft durch die Lungen gegangen, im Versuch 14 in einer Minute nur $\frac{300}{3} = 100$ C. Z., also war im Versuch 13 in 1 Minute circa 4 Mal mehr frische Luft durch die Lungen gegangen, als im Versuch 14, und dafür auch 3,3 Mal mehr Kohlensäure als im Versuch 14 gebildet worden.

Allen und Pepys nehmen als Mittel ihrer Beobachtungen Versuch 11 an, wo während 11 Minuten 302 C. Z. engl. (250 franz. C. Z.) Kohlensäure ausgeathmet wurden, was 22,7 franz. C. Z. Kohlensäure auf die Minute beträgt. Sie fanden ferner, dass der Mensch beim Athmen in Sauerstoffgas mehr Kohlensäure als in atmosphärischer Luft erzeuge. So wurden beim Athmen von Sauerstoffgas im Versuch 17 auf 100 Theile Sauerstoffgas 12,0 Kohlensäure erzeugt. Hierbei wurde eine beträchtliche Menge Stickgas entwickelt. Beim mehrmaligen Ein- und Ausathmen derselben atmosphärischen Luft fanden sie weniger kohlensaures Gas vor, als Sauerstoff verschwunden war, z. B. 86 Stickgas, 4 Sauerstoffgas, 10 kohlensaures Gas, da doch 17 Sauerstoffgas verschwunden waren. Diess erklären sie dadurch, dass vom Blut ein Theil des kohlensauren Gases zurückgehalten wurde.

Bei ihren Versuchen mit Meerschweinchen (Meck. *Archiv.* 3. 233.) fanden Allen und Pepys, dass beim Athmen von atmosphärischer Luft ein Volum Sauerstoffgas durch ein Volum Kohlensäure ersetzt werde. Beim Athmen von reinem Sauerstoffgas wurde etwas mehr Sauerstoffgas absorbirt als Kohlensäure erzeugt, und durch eine entsprechende Menge Stickgas ersetzt, ebenso beim Athmen eines Gemisches von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, in dem Verhälttnisse wie Stickgas und Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft.

Bei einem 20 Jahre später angestellten Versuch mit Tauben, fanden sie, dass in reinem Sauerstoffgas mehr von diesem absorbirt werde, als zur Bildung der ausgeathmeten Kohlensäure verwandt wird.

Dulong (Schweigg. *Journ.* 38. 505.) brachte die Thiere in einen Apparat, zu und von dem beständig Luft zu- und abgeleitet werden konnte, so dass die Veränderungen der Luft quantitativ bestimmt werden konnten. Vergl. den von Allen und Pepys angewandten Apparat (Meck. *Archiv.* 3. *Tab.* 5.). Dulong fand, dass alle Thiere, fleisch- und pflanzenfressende, Säugethiere und Vögel, mehr Sauerstoffgas verschwinden machten, als Kohlensäure an dessen Stelle trat. Bei den pflanzenfressenden Thieren betrug die Menge des nicht durch Kohlensäuregas ersetzten Sauerstoffgases im Durchschnitt $\frac{1}{10}$ derjenigen Menge, die durch Kohlensäuregas ersetzt war, bei den Fleischfressern dagegen $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$. Aehnliche Resultate, nämlich einen Verlust von Sauerstoffgas, fand

Despretz in seinen schon bei dem Artikel von der *thierischen Wärme* pag. 80. erwähnten Versuchen. Das erzeugte Kohlensäuregas betrug $\frac{2}{3}$—$\frac{3}{4}$ vom verschwundenen Sauerstoffgas.

Nach Davy, Pfaff, Berthollet, Allen und Pepys zeigt sich die atmosphärische Luft nach einmaligem Ein- und Ausathmen dem Umfange nach vermindert. Nach Allen und Pepys wäre diese Verminderung, die sie nur $\frac{1}{122}$ fanden, von zufälligen Umständen abzuleiten (?). Wird dieselbe Luftmenge wiederholt ein- und ausgeathmet, bis sie nicht mehr vertragen wird, so zeigt sie eine deutliche Volumsverminderung; nach dem Mittel der Beobachtungen von Lavoisier, Goodwyn, Davy, Allen und Pepys, Pfaff $\frac{1}{24}$. Gmelin's *Chemie.* 4. 1525.

Gmelin hat die Resultate der verschiedenen Analysen von Davy, Berthollet, Allen und Pepys, Menzies, Prout zusammengestellt. Zieht man aus diesen Resultaten das Mittel, so ergiebt sich, dass 100 Theile einmal eingeathmete Luft nach dem Ausathmen 5,82 kohlensaures Gas enthalten. Nach Prout's Versuchen (Meckel's *Archiv.* 2. 145. Schweigg. *Journ.* 15. 47.) ist die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure am grössten zwischen 11 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, das Minimum dagegen von 8½ Uhr Abends bis 3½ Uhr Morgens. Wenn die Menge der gebildeten Kohlensäure aus irgend einem Grunde vermehrt wird, so sinkt sie nachher in demselben Maasse unter den einer gewissen Periode angemessenen Grad herab. Die Menge der gebildeten Kohlensäure nimmt bei demselben Menschen ab in deprimirenden Leidenschaften, nach heftigen Bewegungen, beim Genuss von weingeistigen Flüssigkeiten, von Thee, bei vegetabilischer Nahrung und nach längerem Gebrauch von Quecksilber. Dagegen wird die relative Menge der durch das Athmen gebildeten Kohlensäure durch einen niedern Barometerstand vermehrt. Wegen Krankheiten siehe Nysten a. a. O.

Berechnet man die Menge des durch das Athmen entstehenden Kohlensäuregases auf 24 Stunden, so beträgt diess nach Lavoisier und Seguin 14930 C. Z. oder 8534 Gran franz., nach Davy 31680 C. Z. engl. oder 17811 Gran engl., nach Allen und Pepys 39600 C. Z. oder 18612 Gran engl. Diess beträgt an auf Kohlensäurebildung verwandtem, und also aus dem Blut weggegangenem Kohlenstoff nach Lavoisier 2820 Gran franz., nach Davy 4853 Gran engl., nach Allen und Pepys 5148 Gr. engl. Nach Berzelius Bemerkung sind diese Resultate indess offenbar viel zu gross. Denn da die feste Nahrung an $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes Wasser und das andere $\frac{1}{4}$ selten mehr als sein halbes Gewicht Kohlenstoff enthält, so wären schon 6¼ Pfund fester Nahrung nöthig, um die Quantität Kohlenstoff zu ersetzen, die in 24 Stunden durch das Athmen ausgeschieden wird, abgesehen von anderen Excretionen.

Ueber das Athmen der Frösche habe ich mehrere Versuche angestellt. Die Frösche wurden bei zusammengepressten Lungen und Kehle in einen mit Quecksilber gesperrten graduirten Cylinder gebracht, und die Quantität der erzeugten Kohlensäure durch eingebrachtes Kali causticum an der Absorption des Gases angemessen.

1) Ein Frosch von 440 Gran Gewicht bildete in 6 Stunden in einem Cylinder von 10 C. Z. atmosphärischer Luft $\frac{2}{3}$ C. Z. Kohlensäure.

2) Ein Frosch von 655 Gran bildete in 8 C. Z. atmosphärischer Luft $1\frac{1}{4}$ C. Z. Kohlensäure in 12 Stunden, bei 27 Z. $9\frac{1}{2}$ L. Luftdruck und 10° R.

3) Ein sehr grosser Frosch von 1260 Gran bildete in $16\frac{5}{6}$ C. Z. atmosphärischer Luft in 14 Stunden 2 C. Z. Kohlensäure bei 27 Z. 7 L. Luftdruck und 6° R. Diess beträgt auf 28″ Barometerstand und 15° R. Temperatur und 6 Stunden Athmen reducirt:

Im ersten Versuch auf 440 Gran Thier in 6 Stunden 0,66, im zweiten Versuch auf 655 Gran Thier in 6 Stunden 0,63, im dritten Versuch auf 1260 Gran Thier in 6 Stunden 0,88 C. Z. Kohlensäure.

Ich habe diess wieder auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt, und mit Versuchen von Treviranus (*Zeitschrift für Physiologie.* 4. 1. *p.* 23.) an Kröten und Fröschen zusammengestellt, wobei Treviranus die Luftmenge auf 15° R. Temperatur und 28″ Luftdruck berechnet und auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt hatte.

Arten der Thiere.	Beobachter.	P. C. Z. Kohlens. für 100 Gr. Thier und 100 Min. Athmen.
Bufo cinereus A. . .	Treviranus	0,02
Bufo cinereus B. . .	Treviranus	0,03
Rana temporaria A.	Treviranus	0,10
Rana temporaria B.	Treviranus	0,14
Frosch A.	Mueller	0,041
Frosch B.	Mueller	0,027
Frosch C.	Mueller	0,019
Mittel		0,039

Es folgt als Mittel von 7 Beobachtungen, dass 100 Gran Kröte oder Frosch in 100 Minuten 0,04 Kohlensäure durch Athmen bilden. Nach Edwards (*influence des agens physiques sur la vie. Paris.* 1824. *p.* 648.) bildete ein Frosch Kohlensäure in 24 Stunden einmal 5,24 Centil. bei 27° C. = 2,55 P. C. Z. bei 15° R.; ein andermal 2,57 Centil. bei 18° C. = 1,30 C. Z. bei 15° R.; ein andermal 2,44 Centil. bei 14° C. = 1,25 C. Z. bei 15° R. Diess macht in 6 Stunden 0,63 C. Z., 0,32 C. Z., 0,31 C. Z. Diess mit den 3 Beobachtungen von mir zusammengestellt, giebt für 6 Stunden folgende Quantitäten Kohlensäure:

0,66 C. Z.
0,63 «
0,88 «
0,63 «
0,32 «
0,31 «

Mittel 0,57 C. Z

Also bildet ein erwachsener Frosch in 6 Stunden etwas mehr als ½ C. Z. Kohlensäure.

Treviranus hat die Resultate einer ganz vortrefflichen Arbeit über das Athmen der niederen Thiere auf gleiche Verhältnisse, nämlich auch auf 15° R. und 28″ Luftdruck, 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt, wodurch man eine sehr interessante Zusammenstellung gewinnt. Hieraus geht nun hervor, dass die wirbellosen Thiere, Insekten, Mollusken und Würmer, im Verhältnisse zu ihrer Masse, nicht weniger Kohlensäure bilden, als die Amphibien. Treviranus hat auch die an Säugethieren und Vögeln von anderen Beobachtern angestellten Versuche auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen berechnet, woraus folgende Tabelle entstanden ist.

Thiere.	Beobachter.	Excernirtes kohlens. Gas.	Absorbirtes Sauerstoffgas.
Meerschweinchen	Berthollet	0,42 C. Z.	0,67 C. Z.
—	Allen u. Pepys	0,60	0,74
—	Despretz	0,47	0,68
Kaninchen . . .	Berthollet	0,44	0,60
Katze	Despretz	0,66	0,98
Taube	Despretz	0,99	1,58
—	Allen u. Pepys	0,96	1,14

Zieht man aus diesen Daten das Mittel, so bilden 100 Gran Säugethier in 100 Minuten 0,52 C. Z. Kohlensäuregas, 100 Vogel in 100 Min. 0,97 C. Z. Kohlensäuregas. Da nun 100 Gran Kröte oder Frosch in 100 Minuten 0,05 C. Z. Kohlensäuregas bilden, so bildet ein Gewichtstheil eines kaltblütigen Thiers, und zwar Amphibiums, in gleicher Zeit 10 Mal weniger Kohlensäuregas, als ein gleicher Gewichtstheil Säugethier, und 19 Mal weniger Kohlensäuregas, als ein gleicher Gewichtstheil Vogel. Bei Insekten hat Treviranus in den meisten Fällen sogar eine eben so starke Kohlensäurebildung gefunden, als sie bei Säugethieren stattfindet, obgleich sie in einigen Fällen sich den Verhältnissen der Amphibien nähert. Treviranus erklärt die Kaltblütigkeit dieser Thiere trotz ihrer starken Kohlensäurebildung aus der bei ihnen stattfindenden Aushauchung von Stickgas, wobei Wärme wieder latent werde.

Es scheint nach den mehrsten Beobachtungen unzweifelhaft, dass beim Athmen weniger Kohlensäure gebildet wird, als Sauerstoffgas verschwindet. Nur Allen und Pepys hatten diess beim Athmen in atmosphärischer Luft nicht beobachtet. Indessen haben sie die geathmete Luft für kohlensäurefrei genommen, was sogleich schon einen bedeutenden Unterschied im Resultate macht. Nach Treviranus Versuchen an niederen Thieren ist die Erzeugung des kohlensauren Gases abhängig von der Temperatur des Mediums. Eine Honigbiene excernirte beinahe 3 Mal so viel Kohlensäure bei 22° als bei 11½°. Im Allgemeinen athmeten die Thiere in freier Luft weniger Kohlensäure aus, als sie Sauer-

stoffgas absorbiren. Die kaltblütigen Thiere sollen oft 3 Mal so viel Sauerstoffgas verzehren, als sie Kohlensäure bilden.

Mollusken verzehren aber nicht allein alles Sauerstoffgas einer Luft, sondern fahren nach dieser Absorption noch fort, Kohlensäure auszuhauchen. Allgemein wurde in Treviranus Untersuchungen Stickgas ausgeschieden, in einigen Versuchen selbst mehr als Kohlensäuregas.

Bei den höheren Thieren hat man zuweilen eine Absorption von Stickgas der Atmosphäre, zuweilen Aushauchung von Stickgas beobachtet.

1) H. Davy (Gilb. *Ann.* 19. 298.) glaubte beobachtet zu haben, dass beim Athmen Verminderung des Stickstoffgehaltes der Atmosphäre stattfinde, welche nach Davy $\frac{1}{17}$ des absorbirten Sauerstoffgases, und in 24 Stunden 2246 Gran engl. betragen soll. Auch Pfaff (Gehlens *Journ. der Chemie.* 5. 103.) hat eine Verminderung des Stickgases von $\frac{1}{80}$—$\frac{1}{107}$ der eingeathmeten Luft beobachtet. Gmelin's *Chemie.* 4. 1524.

2) Andere, wie Allen und Pepys, bemerkten weder eine Vermehrung, noch Verminderung des Stickgases beim Athmen der atmosphärischen Luft.

3) Mehrere Beobachter haben beim Athmen in atmosphärischer Luft Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Luft beobachtet, wie Berthollet, Nysten, Dulong und Despretz. Am entscheidensten erscheint diess Resultat in Despretz Versuchen, der die Aushauchung von Stickgas gewöhnlich, aber bei Pflanzenfressern stärker als bei Fleischfressern fand. Diess letztere ist deswegen unerklärlich, weil die Pflanzenfresser stickstoffärmere Nahrung als die Fleischfresser geniessen. Despretz fand, dass die Aushauchung von Stickgas $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{7}$ von demjenigen Sauerstoffgas ausmacht, welches beim Athmen verschwindet, ohne auf Kohlensäure verwandt zu werden. Am entscheidensten liesse sich die Aushauchung von Stickgas in einer Luft ermitteln, die kein Stickgas enthält. So fanden Allen und Pepys allerdings, dass Meerschweinchen, die in Sauerstoff oder einem Gemenge von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas athmeten, Stickgas aushauchten. Diess Stickgas konnte nicht schon vorher in den Lungen gewesen seyn. Denn in Allen und Pepys Versuchen war die Menge des ausgehauchten Stickgases grösser als das Volum des athmenden Thiers. Aus diesen Versuchen scheint also hervorzugehen:

4) dass beim Athmen in atmosphärischer Luft Stickgas sowohl aus der Luft an das Blut treten, als Stickgas aus dem Blut frei werden kann, und dass man die Aushauchung des Stickgases deswegen nicht bemerkt, weil sie von der Absorption von Stickgas der Luft compensirt wird, und dass sie erst beim Athmen in stickstoffleerer Luft bemerklich wird. Edwards (*Ann. de chim. et de phys.* 22. 35.) erklärt aus der Ungleichheit der Aushauchung von Stickgas und der Aufnahme desselben die Ungleichheit in den Resultaten der Beobachter. Collard de Martigny (*J. d. physiol.* 1830.) fand eine Vermehrung des Stickstoffs beim Ausathmen, wie denn Collard auch eine Exhalation von Stickgas durch die Haut beobachtete. Da nun Stickgas, wie alle Gase, von den nassen

thierischen Häuten und von der äussern Haut absorbirt wird, so nimmt Collard an, dass Absorption und zugleich Exhalation von Stickgas in den Lungen stattfinde, dass letztere aber grösser sey. Berzelius (*Jahrb.* 4. 217.) widersetzt sich der Vorstellung von gleichzeitiger Exhalation und Aufsaugung von Stickgas, weil sie ungereimt sey.

2. Vom Athmen im Wasser.

Was den zuletzt berührten Gegenstand noch verwickelter macht, ist, dass die Fische nach A. v. Humboldt und Provençal auch ziemlich viel Stickgas aus dem Wasser absorbiren. Sie liessen in 4000 Cubikcentimeter Wasser 8 Stunden 30 Min. athmen. Vor dem Athmen enthielten 2582 Th. dieses Wassers 524 Th., nach demselben 453 Th. Luft. Den Verlust von 71 Th. halten sie für Wirkung der Respiration, und berechnen das Maass des excernirten und absorbirten Gases nach dem Unterschiede dessen, was vor dem Athmen in den 524 und nach dem Athmen in den 453 Theilen enthalten war. In jenen fanden sie 155,9 Sauerstoffgas, 347,1 Stickgas, 21,0 kohlensaures Gas; in diesen 10,5 Sauerstoffgas, 289,3 Stickgas, 153 kohlensaures Gas. Hiernach wären beim Athmen 145,4 Sauerstoffgas nebst 57,6 Stickgas absorbirt und 132 kohlensaures Gas excernirt. Treviranus vermuthet indess, dass die nach dem Athmen fehlenden 71 Theile Luft mit verschlucktem Wasser in den Magen gekommen seyen. Indessen haben v. Humboldt und Provençal doch keinen Verlust von Wasserstoffgas beobachtet, als sie Fische in luftleerem, bloss mit Wasserstoff und Sauerstoff künstlich geschwängertem Wasser athmen liessen. Schweigg. *J.* 1. *p.* 111.

Man sieht übrigens aus den von Humboldt und Provençal angestellten Versuchen, dass auch die Fische mehr Sauerstoffgas absorbiren, als Kohlensäure ausathmen. Die Kohlensäure beträgt höchstens $\frac{4}{5}$ des verschwundenen Sauerstoffs und oft nur $\frac{1}{2}$ desselben.

Nach den Untersuchungen von Humboldt und Provençal befinden sich die Fische in den Flüssen in Rücksicht auf den Sauerstoffgehalt der umgebenden Flüssigkeit in der nämlichen Lage, wie ein in einem Gasgemenge, welches weniger als 0,01 Sauerstoff enthält, athmendes Thier. Denn die im Wasser aufgelöste Luft geht nie über 0,027 des Volums des Wassers, und 0,31 von der aufgelösten Luft sind reiner Sauerstoff. Nach Treviranus Reduction der Beobachtungen von Humboldt und Provençal bilden 100 Gr. Schleihe beim Athmen 0,01 C. Z. Kohlensäure, in 100 Minuten, während 100 Gran Säugethier, wie wir oben gesehen, 0,52 bilden, also circa 50 Mal weniger in gleicher Zeit. Die Fische absorbiren nicht allein mit den Kiemen, sondern mit der ganzen Oberfläche Sauerstoffgas, wogegen sie Kohlensäure erzeugen. Diess geschieht im lufthaltigen Wasser, aber nicht in der freien Luft. Humboldt brachte den Kopf von Fischen in Halsbänder von Korkholz mit Wachsleinwand überzogen. Der Fisch wurde dann in ein cylindrisches Gefäss gebracht, so dass der Kopf den Pfropf

bildete, und Kopf und Kiemen nicht mit dem Seinewasser des Gefässes in Berührung waren. Die Fische lebten an 5 Stunden und veränderten das Wasser durch ihre Haut auf die bei dem Athmen gewöhnliche Art. Die Fische athmen mit den Kiemen, so lange sie nass sind, auch in freier Luft, und absorbiren nicht mehr und nicht weniger Sauerstoff, als in lufthaltigem Wasser. So reducirte eine Schleihe in 19½ Stunden ein Gasvolumen von 133,9 Cub. Centimet. atmosphärischer Luft auf 122,9, und der Fisch hatte 0,52 Cub. Cent. Sauerstoffgas absorbirt. Hieraus ergiebt sich, dass das Athmen im Wasser sich weniger wesentlich vom Athmen in der Luft unterscheidet, als es auf den ersten Blick scheint. Zum Athmen in der Luft ist auch eine nasse innere Oberfläche der Lungen nöthig. *Cobitis fossilis*, der sich viel im Schlamm aufhält, verschluckt nach Erman Luft an der Oberfläche des Wassers, wonach die Luft im Darmkanal die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet, und die veränderte Luft durch den Darmkanal wieder entleert wird *).

Viele Thiere, welche durch Kiemen Wasser athmen, erzeugen durch die Kiemen merkwürdige Bewegungen in dem Wasser.

*) Die Schwimmblase der Fische enthält zwar auch sauerstoffhaltige Luft, allein diese Luft dringt nicht von aussen herein, sondern wird von der innern Oberfläche des Organes selbst abgesondert. Die darin enthaltene Luft enthält bald mehr, bald weniger Sauerstoffgas oder Stickgas als die atmosphärische Luft. Sauerstoffarme Luft fand darin Erman bei Landseefischen. Gilb. *Ann.* 30. 113 Dagegen fand Biot (Gilb. *Ann.* 26. 454.) bei Fischen, die in einer grossen Meerestiefe leben, in der Schwimmblase derselben eine Luft, die 68—87 proc. Sauerstoffgas enthielt, während das Meerwasser in der Tiefe nur 29 Sauerstoff u. 71 Stickstoff enthielt. Sonst ist der Luftgehalt bei derselben Fischart sehr veränderlich. Bisweilen fehlt das Sauerstoffgas gänzlich. Vergl. Delaroche Schweigg. *J.* 1. 164. Configliachi ebend. 137. Nach A. v. Humboldt und Provençal ist das mittlere Resultat einer grossen Menge von Versuchen über die Luft in der Schwimmblase der Karpfen 0,071 Sauerstoff, 0,052 Kohlensäure, 0,877 Stickstoff. Bei vielen Fischen communicirt die Schwimmblase durch einen Gang mit dem Schlunde, wie bei den Cyprinen, Welsen, Salmonen, Clupeen, Stören. Die Oeffnung dieses Ganges ist zuweilen weit, beim Karpfen aber so eng, dass durch ihn keine Luft aufgenommen und vielleicht nur bei grosser Ausdehnung der Blase etwas ausgeschieden werden kann. Bei vielen Fischen fehlt diese Verbindung, wie bei den *Perca*, *Acerina*, *Gadus* u. a. Bei vielen Fischen fehlt die Schwimmblase ganz. Bei den Sciaenen hat die Schwimmblase viele blinde hohle Fortsätze, die in einigen Arten verzweigt sind. Cuvier *hist. nat. des poiss. tab.* 138. 139. Einige Fische haben zellige Wände der Schwimmblase wie *Amia*, *Lepisosteus*, *Erythrinus*, *Platystoma*, aber ihre Blutgefässe verhalten sich ganz verschieden, wie in den Lungen. Ueber die Wundernetze oder Gefässkörper in der Schwimmblase vieler Fische siehe oben p. 189. Bei mehreren Fischen der Gattungen *Cyprinus*, *Cobitis*, *Sparus*, *Clupea* existirt eine von E. H. Weber entdeckte Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehörorgan, wovon später. Wenn die Schwimmblase der Fische zerrissen ist, so verlieren sie nicht immer und nothwendig das Gleichgewicht, sie fallen nicht immer auf die Seite. Wahrscheinlich ist ihre Luft bestimmt von Zusammendrücken der Bauchwände und Ausdehnung das specifische Gewicht des Fisches zu ändern. Vergl. G. Fischer, *über die Schwimmblase der Fische. Lpz.* 1795. G. R. Treviranus *vermischte Schriften.* 2 *Bd.* 156.

Diese Bewegungen sind zuerst bei den Salamanderlarven von Steinbuch (*Analecten zur Naturkunde. Fürth.* 1802.) beschrieben und vollständig dargelegt, später von Sharpey (Froriep's *Not. N.* 618.) weiter verfolgt, und an mehreren Thieren beobachtet worden.

Die Strömungen kommen auch an den primitiven äusseren Kiemen der Froschlarven, aber nicht an ihren späteren, inneren Kiemen, und eben so wenig an den Kiemen der Fische vor, welche das Wasser durch die Bewegung der Kiemendeckel erneuern. An den Kiemen der Muscheln und Anneliden dagegen sind die Strömungen allgemein.

Bei der Miessmuschel, *Mytilus edulis*, streicht das Wasser am hintern Ende des Thiers ununterbrochen in die Kiemenhöhle ein, und unfern desselben Orts durch eine besondere Oeffnung wieder aus.

Die Strömungen, welche die letzten Thiere erregen, rühren von den Bewegungen ihrer Wimpern her. Purkinje und Valentin haben die Wimpern aber auch an den Salamanderkiemen, ja sogar die Wimperbewegungen in allen Schleimhäuten der Amphibien, Vögel, Säugethiere (mit Ausnahme der Schleimhaut des Darms, der Harnwerzeuge und männlichen Geschlechtstheile) entdeckt. Mueller's *Archiv.* 1834. *p.* 391. 1835. 128. 159. Purkinje *et* Valentin, *de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum. Vratisl.* 1835.

3. Vom Athmen der Thiereier.

Die Embryonen der Batrachier, der Haien und Rochen, und des Schwertfisches besitzen selbst äussere Kiemen im Foetuszustande, und sie kommen sowohl bei solchen vor, welche sich im Innern des Uterus, ohne nähere Verbindung zwischen Foetus und Mutter, als bei solchen, welche sich ausser dem Uterus im freien Wasser entwickeln. Siehe Leuckart, *Untersuchung über die äusseren Kiemen der Embryonen von Rochen und Haifischen. Stuttg.* 1836. Unter den Rochen sind die Gattungen *Raja* und *Platyrhina*, unter den Haifischen die Scyllien eierlegend, alle übrigen lebendig gebärend, unter den nackten Amphibien haben die Erdsalamander lebendige Junge im Uterus. Bei allen sind die Embryonen mit Kiemen versehen.

Mehrere Beobachtungen beweisen, dass die Eier der eierlegenden Thiere bei ihrer Entwickelung die Luft so verändern, wie erwachsene Thiere, und ohne atmosphärische Luft und lufthaltiges Wasser sich nicht entwickeln. So verdirbt der Embryo des Vogeleies, wenn das Ei mit einem Firniss oder Oel überzogen wird. Nach Michellotti's Versuchen mit Insekteneiern zersetzten diese während der Entwickelung die Luft, doch nur bei + 15° bis 20°, während sie unter 0 die Atmosphäre nicht verändern. In irrespirabeln Gasarten findet keine Entwickelung statt. Pfaff und Friedlaender, *Französ. Ann.* 4. *H.* 48. Burmeister, *Entomologie* 365. Vogeleier entwickelten sich im warmen Wasser nicht und eben so wenig nach Viborg's Versuchen in irrespirabeln Gasarten.

Abhandl. für Thierärzte und Oeconomen. 4. 445. Dagegen will Erman (*Isis* 1818.) beim Bebrüten von Eiern in irrespirabeln Gasarten Entwickelung beobachtet haben. Schwann (*de necessitate aëris atmosph. ad. evol. pulli in ovo. Berol.* 1834. Mueller's *Archiv.* 1835. *p.* 121.) hat dagegen mit sehr genauen Versuchen diejenigen von Viborg bestätigt. Er hat gezeigt, dass bei der Bebrütung von Hühnereiern in sauerstofffreien Gasarten zwar die Vergrösserung der Keimhaut, die Trennung in ein seröses und Schleimblatt, die Bildung der Area pellucida vor sich gehen, aber weder das Blut noch der Embryo gebildet wird. Eier, welche 24 Stunden in Wasserstoffgas bebrütet waren, entwickelten sich bei Fortsetzung der Bebrütung in atmosphärischer Luft weiter, dagegen die 30 Stunden und darüber in Wasserstoffgas bebrüteten Eier sich in der atmosph. Luft nicht weiter entwickelten.

Da die atmosphärische Luft durch die Poren der Eischale freien Zutritt hat, so ist es fast unmöglich, dass nicht eine Wechselwirkung zwischen dem Blute in den Gefässen der Allantoisblase des Vogeleies und der Luft stattfinde, ja es scheint sogar der Hauptzweck der Allantoide zu seyn, eine Gefässentwickelung möglichst nahe an die Oberfläche zu bringen. In den Eiern der Vögel verdunstet beständig Wasser aus dem Eiweiss, mögen die Eier bebrütet werden oder nicht. Diese Ausdünstung scheint in beiden Fällen ziemlich gleich zu seyn, und durch diese Ausdünstung des Wassers vermindert sich das Volum des Eiweisses in beiden Fällen, und weicht, je älter ein Ei wird, immer mehr von dem stumpfen Theil der Eischale zurück. Hierdurch entsteht ein Raum, der durch die Poren der Schale mit atmosphärischer Luft gefüllt wird. Bischof fand in dieser Luft mehr Sauerstoffgas als in der atmosphärischen Luft, indem es in verschiedenen Eiern von 22 bis $24\frac{1}{4}$ proc. vom Volum der Luft variirte. Schweigg. *J. N. R.* 9. 446. Dulk fand in dieser Luft $25\frac{1}{4}$—$26\frac{3}{4}$ Sauerstoffgas, beim Bebrüten nahm der Sauerstoffgehalt bis auf 17,9 proc. ab, und es fanden sich dafür 6 proc. Kohlensäuregas. Schweigg. *J.* 1830. 1. 363. Berzelius *Jahresb.* 11. 336.

Die erste Entwickelung des Eies der Säugethiere ist nicht allein ohne atmosphärische Luft, sondern selbst vor der Verbindung des Eies mit dem Uterus der Mutter möglich, wenn das Ei noch bloss von den Secreten des Uterus umgeben ist. Die Eier der Säugethiere athmen im gewöhnlichen Sinn des Wortes nicht, sondern dieser Process ist durch die Verbindung mit der Mutter ersetzt. Nach E. H. Weber's schönen Beobachtungen sind die Zotten der Placenta des Menschen, auf welchen die feinsten Zweigelchen der Nabelarterien in die feinsten Zweigelchen der Nabelvene übergehen, wie Quasten oder Franzen in die sehr dünnhäutigen venösen Sinus des Uterus der Mutter, welche zwischen den Läppchen der Placenta verlaufen, eingesenkt, und werden von dem Blute der Mutter umspült. Dagegen findet diese Umspülung bei den wiederkäuenden Thieren mit zerstreuten Placenten oder Cotyledonen nicht statt, sondern die Zotten der Cotyledonen stecken in scheidenartigen Vertiefungen des Uterus ganz lose inne, gleichsam wie Wurzeln im Boden. Diese Scheiden sind auf ihren

Wänden bloss mit den Capillargefässen der mütterlichen Gefässe ausgekleidet, und es wird hier in diesen Scheiden wie auf der ganzen innern Fläche des Uterus eine weissliche Materie abgesondert. Eine Communication der Gefässhöhlen der Mutter und des Kindes findet übrigens hier so wenig wie beim Menschen statt.

Dass in der Placenta eine das Athmen der übrigen Thiereier ersetzende Function stattfinde, ist wahrscheinlich aus der tödtlichen Folge, welche die Unterbrechung des Blutlaufs in den Nabelgefässen hat, ferner aus dem Umstand, dass eben das Athmen zur Entwickelung der übrigen Thiereier nöthig ist und durch die Allantoide geschieht, welche dieselben Gefässe erhält, wie das Chorion des Menschen und der Säugethiere, Vasa umbilicalia. Ein merklicher Unterschied der Farbe zwischen dem Blute der Nabelarterien und dem Blute der Nabelvene findet bei dem Menschen und den Säugethieren nicht statt. Einen solchen Unterschied haben Haller, Hunter und Osiander nie beobachtet. Autenrieth und Schuetz (*exp. circa calorem foetus et sanguinem. Tub.* 1795.) haben bei Kaninchen nie einen Unterschied der Farbe bemerken können. Eben so wenig Emmert bei Meerschweinchen. Reil's *Arch.* 10. 122. Dagegen an den Gefässen des Chorions der Vögel nach Blumenbach und Emmert einiger Unterschied der Farbe statt finden soll. Freilich wollten Herissant und Diest (Haller, *Disp. V. p.* 516. 526.) und Baudelocque (Bichat *anat. gén.* 2. 465.) einen Unterschied bemerkt haben. Bichat erklärt sich einmal dagegen, *l. c. p.* 343. Ein andermal sagt er, dass der Unterschied bei Meerschweinchen nicht gross sey, *l. c. p.* 465. Auch ich habe bei Kaninchen, Meerschweinchen und Katzenfötus schon früher niemals einen Unterschied bemerken können. Und doch sind kleinere Thiere hier eben so gut, ja noch besser zu Beobachtungen geeignet, als grössere Thiere. Ich habe zwar auch zur selben Zeit, da ich als Studirender mich für jenen Gegenstand interessirte, einst bei Vivisection eines hochträchtigen Schafes einen solchen Unterschied zu bemerken geglaubt, und andere Umstehende glaubten es auch, und Joerg will am Chorion des Pferdes einen Unterschied bemerkt haben. Joerg, *die Zeugung. Leipz.* 1815. 273. Allein meine späteren Beobachtungen sind jener einen vom Schaf nicht günstig, sondern stimmen mit den von mir an kleineren Thieren früher gemachten Erfahrungen und nie habe ich wieder einen deutlichen Unterschied wahrnehmen können. Auch nach E. H. Weber (*Anat.* 4. 524.) findet kein Unterschied beider Blutarten beim Foetus statt, und die Geburtshelfer haben diesen auch nicht gesehen. Gleichwohl ist der Unterschied des Lungenvenenbluts von dem Körpervenenblut bei den Amphibien noch so deutlich, dass man beide Blutarten am linken und rechten Vorhof, ja selbst noch neben einander am Ventrikel an der Farbe unterscheidet. Bei den Fischen dagegen habe ich freilich bis jetzt noch keinen evidenten Unterschied des Blutes bemerkt, vielleicht weil sie in einem Medium athmen, welches nur 0,01 Sauerstoff enthält, während die Luft 0,21 enthält.

Das Blut der Nabelgefässe des Fötus färbt sich an der Luft hellroth, wie es Venenblut des Erwachsenen thut; dem Kohlensäuregas ausgesetzt, wird es dunkler, was auch vom Venenblute der Erwachsenen gilt.

Einige haben behauptet, der *Liquor amnii*, wovon der Fötus umgeben ist, diene zum Athmen der Frucht durch die Haut, oder weil man *Liquor amnii* auch in die Luftröhre eingedrungen gefunden hat, zum Athmen durch die Lungen. Leclard und Geoffroy St. Hilaire haben dieses Athmen des Fötus angenommen. Ja, da Rathke bei dem Embryo der Wirbelthiere kiemenbogenartige Fortsätze am Halse entdeckt hat, so glaubten Andere, dass diese auch zum Athmen dienen könnten. Diese zarten Fortsätze mit Zwischenspalten können aber beim Vogelembryo nur in den ersten Tagen, z. B. am 3—4. Tag, wo ich sie gesehen, deutlich beobachtet werden, und sie sind nichts anders als ein allen Wirbelthieren gemeinsames Gerüst, auf dem sich bei den Fischen und einigen Amphibien, die als Larven oder später noch Kiemen haben, wirkliche Kiemenblättchen entwickeln, während diese Entwicklung bei den übrigen Thieren durchaus fehlt, und die Bogen in die Hörner des Zungenbeins umgewandelt werden. Lebende kleine Fische, die ich in *Liquor amnii* der Kuh und des Schafes einschloss, starben bald darin. Lassaigne (*arch. gén. de méd.* 2. 308.) fand in dem *Liquor amnii* einer Sau Luft, welche sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung aus Oxygen und Azot, sehr der atmosphärischen Luft näherte, vielleicht weil die Flüssigkeit durch den längeren Aufenthalt des Eies in der atmosphärischen Luft, Gas absorbirt hatte, wie es alle wässrigen Flüssigkeiten thun. Bei mehreren neuerlich von mir angestellten Versuchen, die in der vorigen Auflage ausführlicher beschrieben sind, erhielt ich aus *Liquor amnii* durch Kochen keine in Betracht kommende Quantität von Luft.

IV. Capitel. Von den Veränderungen des Blutes durch das Athmen.

Die specifische Schwere des arteriösen und venösen Blutes ist nach J. Davy fast gleich, 105,03 : 105,49. Nach ihm verhält sich die Wärmecapacität des erstern zu der des letztern wie 10,11 : 10,10.

Das Arterienblut ist nach J. Davy um 1—$1\frac{1}{2}$° Fahrenh. wärmer als das venöse Blut (vergl. p. 79.), was Krimer und Scudamore bestätigen. Nach Autenrieth, Mayer, Davy, Berthold und Blundell gerinnt das Arterienblut schneller als Venenblut. Nach übereinstimmenden Beobachtungen von Mayer, Berthold, Denis und mir enthält das Arterienblut mehr Faserstoff als das Venenblut. Im Durchschnitt verhält sich der Gehalt an Faserstoff in beiden Blutarten wie 29 : 24. Siehe oben p. 105.

Eine Vergleichung beider Blutarten auf ihre letzten Bestandtheile ist von Abildgaard und Michaelis angestellt worden. Nach Abildgaard sollte Venenblut um $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{10}$ weniger Nitrum zu al-

kalisiren vermögen; als Arterienblut. Pfaff, *Nord. Arch.* 1. 493. Michaelis hat beide Blutarten durch Verbrennung mit Kupferoxyd analysirt. Schweigg. *J.* 54. Er fand

	Kohlenstoff	Stickstoff.	Wasserstoff	Sauerstoff.
im venös. Eiweiss	52,650	15,505	7,359	24,484
» arteriösen »	53,009	15,562	6,993	24,436
im venösen Cruor	53,231	17,392	7,711	21,666
» arteriösen »	51,382	17,253	8,354	23,011
im ven. Faserstoff	50,440	17,207	8,228	24,065
» arteriösen »	51,374	17,587	7,254	23,785

Macaire und Marcet (*ann. d. chim. et phys. T.* 51. *p.* 382.) haben ähnliche Versuche mit ähnlichen Resultaten angestellt.

Das arteriöse Blut wird in den Capillargefässen des Körpers dunkelroth, das venöse Blut wird in den Capillargefässen der Lungen hellroth. Hört das Athmen auf, so fliesst dunkelrothes Blut von den Lungen. Wird aber nach Tödtung eines Thieres das Athmen künstlich unterhalten, so wird das Blut in den Lungen auch wieder hellroth. Die Durchschneidung der Nerven der Lungen (Nervi vagi) hebt diesen Process nicht auf, das Blut röthet sich dann eben so gut noch in den Lungen, so wie das Blut selbst ausser dem Körper noch an der Luft seine Farbe ins Hellrothe verändert, und Sauerstoff in die Venen der Thiere eingespritzt das Venenblut hellroth macht.

Luftgehalt beider Blutarten.

Das Blut zeigt sich durch Farbenveränderung gegen Gase sehr empfindlich, und absorbirt sie. Die atmosphärische Luft und das Sauerstoffgas machen das Blut hellroth, Kohlensäure dunkelroth, und das durch Kohlensäure dunkelgewordene Blut wird durch Schütteln mit Sauerstoffgas wieder hellroth, wobei Kohlensäure aus dem Blute ausgeschieden wird.

Von kohlensaurem Gas absorbirt das Blut oder auch das Serum mehr als sein Volumen. J. Davy *Journ. d. Chim. méd.* 5. 246. *Philosoph. transact.* 1838. Tiedemann, Gmelin, Mitscherlich in *Zeitschr. f. Physiol.* 5. Enschut, *diss. de respirationis chimismo. Trajecti.* 1836. Die absorbirte Kohlensäure entweicht bei Erwärmung und auch bei aufgehobenem Luftdrucke nur zum kleineren Theile, dagegen lässt sie sich durch Schütteln oder Hindurchleiten einer andern Luftart, z. B. atmosphärischer Luft, Stickgas, Wasserstoffgas austreiben. Ebenso wird Sauerstoffgas von dem Blute absorbirt, wie die Versuche von Enschut zeigen.

Beim Durchgang des Blutes durch die Lungen dringt die atmosphärische Luft in das Blut ein, und im Blute erzeugt sich wieder Kohlensäure, welche in den Lungen entweicht. Dieser Verkehr beschränkt sich aber nicht auf die Lungen, überall enthält das Blut die Gase, die es in den Lungen aufgenommen und

diejenigen, welche bestimmt sind, in den Lungen ausgeschieden zu werden. Dass dieses erst in neuerer Zeit erkannt worden, rührt davon her, dass die im Blute aufgelösten Gase durch Erwärmung und durch Aufheben des Luftdrucks schwer entweichen. Sie können indessen leicht durch andere Gase ausgetrieben werden.

Der Gehalt des venösen Blutes an Kohlensäure ist zuerst durch Vogel (Schweigg. *Journ.* 11. 401.), Brande (*ann. de chim. et de phys.* 10. 207. und Home (*philos. transact.* 1818. 172.) vermittelst der Luftpumpe nachgewiesen worden. Hoffmann und Stevens erhielten Kohlensäure aus dem Venenblute, wenn dasselbe mit einer andern Gasart, z. B. Wasserstoffgas geschüttelt oder solches hindurchgeleitet wurde. Stevens, *obs. on the healthy and diseased proporties of the blood. Lond.* 1832. Dasselbe wurde von Enschut und Bischoff beobachtet. Bischoff, *de novis quibusdam experimentis chemico-phyliologicis ad illustrandam theoriam de respiratione institutis. Heidelb.* 1837. Enschut überzeugte sich auch, dass in beiden Blutarten, aber im Arterienblut weniger Kohlensäuregas, und in beiden Blutarten Stickgas enthalten ist. Die Entwickelung von Sauerstoffgas aus dem Arterienblut war zuerst Humphry Davy gelungen. Gilbert's *Ann.* 12. 593. Späteren Beobachtern war diess nicht gelungen. Durch die Versuche von Magnus ist auch dieses zur Evidenz gebracht. Durch den von Magnus angewandten luftleeren Raum liess sich nicht bloss eine ansehnliche Quantität Luft aus arteriellem Blute entwickeln: der Apparat war auch so eingerichtet, dass sich die entwickelten Gase leicht sammeln liessen. Aus diesen Versuchen ging hervor, dass das arterielle Blut nicht weniger Luft als das venöse aufgelöst enthält. Wiederholt wurde beobachtet, dass aus dem Blute nur dann eine wahrnehmbare Menge Gas entweicht, wenn die Spannkraft der über dem Blute enthaltenen Luft nur noch 1″ Quecksilber beträgt, woraus sich nun das frühere Resultat so vieler Beobachter erklären lässt.

Die folgende Tabelle stellt die angestellten Versuche übersichtlich dar.

Cubikcentimeter.

Blut vom einem Pferde	125 gaben 9,8 Luft	5,4	Kohlensäure
		1,9	Sauerstoff
		2,5	Stickstoff
Venöses Blut vom Pferde	205 » 12,2 »	8,8	Kohlensäure
		2,3	Sauerstoff
		1,1	Stickstoff
Dasselbe Blut	195 » 14,2 »	10,0	Kohlensäure
		2,5	Sauerstoff
		1,7	Stickstoff
Arterielles Blut vom Pferde	130 » 16,3 »	10,7	Kohlensäure
		4,1	Sauerstoff
		1,5	Stickstoff

	Cubikcentimeter.				
Dasselbe Blut	122 gaben	10,2	Luft	7,0	Kohlensäure
				2,2	Sauerstoff
				1,0	Stickstoff
Venöses Blut von demselben	170 »	18,9	»	12,4	Kohlensäure
				2,5	Sauerstoff
				4,0	Stickstoff
Arterielles Blut vom Kalb	123 »	14,5	»	9,4	Kohlensäure
				3,5	Sauerstoff
				1,6	Stickstoff
Dasselbe Blut	108 »	12,6	»	7,0	Kohlensäure
				3,0	Sauerstoff
				2,6	Stickstoff
Venöses Blut von demselben Kalbe	153 »	13,3	»	10,2	Kohlensäure
				1,8	Sauerstoff
				1,3	Stickstoff
Dasselbe	140 »	7,7	»	6,1	Kohlensäure
				1,0	Sauerstoff
				0,6	Stickstoff

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass der Sauerstoff in der vom venösen Blut erhaltenen Luft höchstens $\frac{1}{4}$, oft nur $\frac{1}{5}$ von der gefundenen Kohlensäure beträgt, während er im arteriellen Blute wenigstens $\frac{1}{3}$ und fast die Hälfte derselben ausmacht. Die Menge der Kohlensäure beträgt im venösen Blute in 100 C. C. Blut 5,8 C. C., im arteriellen Blute 7 C. C. Das arterielle Blut enthält also sowohl mehr Sauerstoffgas als auch mehr Kohlensäure. Der Stickgasgehalt ist nicht constant verschieden. Die von dem Blute erhaltenen Luftmengen betragen durchschnittlich $\frac{1}{10}$ bisweilen $\frac{1}{8}$ vom Volumen des Blutes.

Nach Magnus ist die im Blute enthaltene Kohlensäure als freie Kohlensäure zu betrachten, d. h. im Blute aufgelöst oder absorbirt, so wie Gase von Flüssigkeiten absorbirt werden. Diese Ansicht gründet sich hauptsächlich auf die Gegenwart noch anderer Luftarten. Denn sonst, sagt er, könnte man noch immer behaupten, dass die durch die Luftpumpe und das Wasserstoff und Stickstoffgas erhaltene Kohlensäure von Bicarbonat von Natron im Blute herrühren könnte, welches Salz einen Theil seiner Kohlensäure im luftleeren Raume verliert und auch an Wasserstoffgas abgiebt, wenn dieses durch eine Auflösung von doppeltkohlensaurem Natron durchgeleitet wird. Indess hält Magnus die aus dem Blute durch Wasserstoffgas erhaltene Menge von Kohlensäure für zu gross, als dass sie von dem im Blut enthaltenen Natron herrühren könnte.

Liebig (*Handwörterbuch der Chemie*. 899.) hält hingegen den Gehalt des Blutes an freier Luft für zweifelhaft. Der Sauerstoffgehalt des Blutes erscheint ihm deswegen problematisch, weil das Fibrin nach Scherer's Versuchen die Fähigkeit besitzt, Sauerstoff aufzunehmen und diesen Sauerstoff in Kohlensäure zu verwandeln, und auch der Farbestoff mit Leichtigkeit Sauerstoff aufnimmt. Liebig berechnet ferner aus der Quantität des im Serum

enthaltenen kohlensauren Natrons, dass 1000 Volum Blut in der Form des doppeltkohlensauren Natrons 609 Vol. Kohlensäure enthalten. Magnus erhielt in 6 Stunden aus 1000 C. C. Blut 271 C. C. Kohlensäure. Dies ist etwas weniger, als das Kohlensäurevolum, was im Blut das neutrale Salz in doppeltkohlensaures Natron verwandelt. Nun hat das geschlagene Blut und das Serum selbst die Fähigkeit sein eigenes Volum Kohlensäuregas zu absorbiren, was nicht geschehen könnte, wenn es zum Theil schon mit Kohlensäure gesättigt wäre. Fällt man Blut mit Alkohol und leitet durch die vom Coagulum abfiltrirte Flüssigkeit einen Strom von Wasserstoffgas, so enthält dieses Gas Kohlensäure. Endlich lässt sich dem Blute durch Zusatz von neutralem oder basischem essigsaurem Bleioxyd die Eigenschaft kohlensaures Gas an durchstreichendes Wasserstoffgas abzugeben, völlig nehmen.

Aus diesen von Liebig angeführten Gründen wird es allerdings wahrscheinlich, dass die aus dem Blute durch die Luftpumpe und durch Wasserstoffgas entwickelte Kohlensäure zum Theil wenigstens von Bicarbonat des Natrons herrührt. Indess ist es durch Magnus jedenfalls bewiesen, dass freies Sauerstoffgas im Blute enthalten ist, und durch die Luftpumpe daraus entwickelt werden kann, dadurch ist aber festgestellt, dass die Oxydation des Blutes und die Bildung der Kohlensäure nicht allein in den Lungen, sondern auch weiterhin im Blute während der Circulation vor sich geht.

Chemischer Process des Athmens.

Es würde eine sehr falsche Vorstellung seyn, wenn man sich dächte, während des Einathmens dringe der Sauerstoff der eingeathmeten Luft durch die Capillargefässhäute in den Wänden der Lungenzellen bis zu dem Blute derselben ein, und beim Ausathmen werde Kohlensäure aus dem Blute durch die Gefässwände hindurch ausgehaucht. Die Aufnahme von Sauerstoff in das Blut, welches durch die Capillargefässe der Lungenzellenwände strömt, und die Aushauchung von Kohlensäure findet vielmehr beständig ohne Unterbrechung, sowohl während des Ausathmens, als während des Einathmens statt. Die Bewegung des Einathmens und Ausathmens ist nichts anderes, als eine abwechselnde Erweiterung und Verengerung der Brust und der Lungen; die Lungen werden dabei nie leer von Luft, und enthalten unter fortdauernder Aufnahme von Sauerstoff ins Blut, und Aushauchung von Kohlensäure, theils atmosphärische Luft, theils etwas der ausgehauchten Kohlensäure. Durch das Ausathmen wird die veränderte Luft nur grossentheils entfernt, und die Luft der Lungen erhält einen neuen Zufluss respirabler atmosphärischer Luft. Bei vielen Thieren fehlen die Athembewegungen am Athemorgane ganz, und es findet nur der beständige Stoffwechsel statt, wie an den vorstehenden unbeweglichen Kiemen der Salamanderlarven.

Wie der Sauerstoff der Atmosphäre beständig durch die Wände der Lungenzellen in das diese Wände durchströmende Blut, und aus demselben durch die Wände der Zellen die Kohlensäure gelange, bedarf keiner Erklärung, nachdem im vorigen Buch pag.

193. die Permeabilität der weichen thierischen Theile, namentlich der Häute, für flüssige und gasförmige Stoffe erläutert worden. Eine nasse Thierblase, welche mit einer von der Atmosphäre verschiedenen Luftart gefüllt ist, enthält nach einiger Zeit diese Luft nicht mehr, sondern atmosphärische Luft. Beiderlei Luftarten setzen sich durch die Wände der nassen Blase hindurch ins Gleichgewicht der Vertheilung. Derselbe Process findet zwischen zwei verschiedenen Lösungen statt, die eine thierische Membran von 2 Seiten berühren. Dunkelrothes Blut in einer nassen Thierblase soll sich durch die Wände der Blase hindurch von der atmosphärischen Luft hellroth färben. Durch die feinen Wände der Lungenzellen muss diese Durchdringung ausserordentlich schnell geschehen, und das die Capillargefässe dieser Lungenzellenwände durchströmende Blut muss dieser Aufnahme theilhaftig werden. Hierzu kommt, dass das Blut, namentlich die rothen Blutkörperchen, eine ausserordentlich grosse Verwandtschaft zu dem Sauerstoff haben, indem sich dunkles Blut auch ausser dem Körper schnell auf der Oberfläche hellroth färbt, wobei Kohlensäure aus dem Blute ausgehaucht wird.

Die Vertheilung des Blutes in so unendlich viele feine Capillargefässe in den Wänden der Lungenzellen hat also offenbar den Zweck, den Contact der kleinsten Theilchen des Blutes mit der Luft in der ungeheuren Oberfläche aller Lungenzellen zu vermehren, indem die ganze, die Lungen durchströmende Blutmasse auf dieser ungeheuren Contactsfläche vertheilt wird. Ob das Gewebe der Lungen einen specifischen Einfluss auf Veränderung der Atmosphäre besitzt, der grösser ist, als in anderen Theilen, ist immer noch zweifelhaft, da die Blutkörperchen selbst hierbei die Hauptrolle zu spielen scheinen, da auch gleiche Veränderungen der Luft von andern thierischen Oberflächen wie auf der Haut der Fische und Frösche, im Darmkanal (bei *Cobitis fossilis*) stattfinden, da nach Durchschneidung der Lungennerven der chemische Process des Athmens fortdauert. Endlich leben die Frösche nach meinen Versuchen nach Unterbindung und Ausschneidung der Lungen, selbst noch 30 Stunden durch Athmen mit der Haut in der Luft fort, während sie in ausgekochtem Wasser untergetaucht, viel schneller sterben. Die Lungen sind durch ihre Organisation, durch die Feinheit der zu durchdringenden Membran, durch die Grösse der Contactsfläche der am meisten geeignete Theil zu dem chemischen Processe des Athmens.

Ueber die Theorie des chemischen Processes beim Athmen sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden.

1. Nach Lavoisier, Laplace und Prout haucht das Blut beständig in die Lungenzellen eine Flüssigkeit aus, die vorzüglich Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Diese vereinigen sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure und Wasser, welche beim Ausathmen entfernt werden. Diese Annahme einer aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden Flüssigkeit ist vom chemischen Gesichtspunkte sehr gewagt. Da man bei dieser Theorie die thierische Wärme aus der Kohlensäure- und Wasserbildung ausser dem Blute, nämlich innerhalb der Lungenzellen erklärt, so muss

bemerkt werden, dass die Lungen im Allgemeinen keineswegs wärmer als andere Theile sind.

2. Nach H. Davy dringt die Luft durch die Wände der Lungenzellen in das Blut der Capillargefässe ein, die nun im Blute aufgelöste Luft wirkt wegen Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den Blutkörperchen auf diese zersetzend ein, und es wird Kohlensäure frei, wobei zugleich der grösste Theil des Stickstoffs wieder entweicht. Gilb. *Ann.* 19. Davy gab nach seinen Athemversuchen mit oxydirtem Stickgas und Wasserstoffgas zu, dass etwas kohlensaures Gas aus dem venösen Blute selbst entwickelt werde. Nach der letztern Ansicht nimmt man die Wärmeerzeugung von der Kohlensäurebildung im Blute der Lungen an, und dieser sind die Beobachtungen von J. Davy günstig, dass das Blut des linken Herzens und der Arterien (Carotis) um 1—1½° Fahr. wärmer ist, als im rechten Herzen und in den Venenstämmen (Jug.)

3. Einige, welche von der Thatsache ausgehen, dass beim Athmen mehr Sauerstoff verschwindet, als Kohlensäure gebildet wird, die Kohlensäurebildung in den Lungen oder in den Gefässen der Lungen zugeben, aber die Wassererzeugung leugnen, nehmen an, dass durch Verbindung von Sauerstoff der Luft mit Kohlenstoff des Blutes Kohlensäure sogleich beim Athmen entstehe, dass jener Antheil von Sauerstoff, der nicht auf Kohlensäurebildung verwandt werde, mit dem Blute gebunden werde, und daher das Blut hellroth färbe, dass die Blutkörperchen mit gebundenem Sauerstoffe das Leben der organischen Theile anregen. Dass beim Athmen mehr Sauerstoff verschwindet, als Kohlensäure gebildet wird, berechtigt noch nicht zu der Annahme von Lavoisier, Laplace, Dulong und Despretz, dass dieser Antheil von Sauerstoff auf die Bildung des ausgeathmeten Wassers durch Verbindung von Wasserstoff des Blutes und Sauerstoff verwandt werde. Das in den Lungen ausdünstende Wassergas aus einer Erzeugung von Wasser aus Elementen abzuleiten, ist auch überaus gewagt, weil unter den obwaltenden Umständen von nassen thierischen Oberflächen, besonders bei der Temperatur der warmblütigen Thiere, Wasser verdunsten muss. Die Hypothese der Wassererzeugung in den Lungen ist daher bloss zum Vortheile der Verbrennungstheorie von Lavoisier und Laplace erfunden, aber nicht erwiesen worden. Nach den Versuchen von Collard de Martigny wird in jeder Gasart, z. B. auch Wasserstoffgas, Wassergas ausgeathmet, wo also kein Sauerstoff zur Erzeugung von Wasser vorhanden war (doch ist nach meiner Ansicht dieser Versuch nicht ganz stringent, weil Thiere, die in irrespirable Gasarten gebracht werden, immer noch atmosphärische Luft in den Lungen haben). Nach Magendie soll sich die Quantität des beim Athmen transpirirten Wassers vermehren, wenn man einem Thiere Wasser von der Temperatur des Körpers in die Venen injicirt. Magendie, *précis élémentaire de physiologie.* 2. *éd.* 2. 246.

4. Nach Lagrange und Hassenfratz wird der Sauerstoff der atmosphärischen Luft nur locker vom Blute gebunden (im Blute aufgelöst oder mit den Blutkörperchen verbunden), und bildet

erst während der Circulation mit dem Kohlenstoffe des Blutes Kohlensäure, die im Blute absorbirt ist, bis sie in den Lungen aus dem Blute frei wird. LAGRANGE stützte sich zum Theil darauf, dass arterielles Blut in verschlossenen Gefässen nach einiger Zeit von selbst wieder dunkler wird. Diese Ansicht war immer unter einem grossen Theil der Physiologen verbreitet, und stützte sich früher auf die Versuche von VOGEL, HOME, BRANDE, SCUDAMORE, COLLARD DE MARTIGNY, dass Venenblut wirklich Kohlensäure enthalte, und H. DAVY's Versuch, dass sich aus Arterienblut Sauerstoffgas entwickeln lasse. Nach dieser Theorie ist es erklärlich, warum die Lungen nicht wärmer als andere Theile sind. FR. NASSE hat in einer ausgezeichneten Abhandlung über das Athmen (MECK. *Arch.* 2. 195. 435.) alle früheren diese Ansicht stützenden Thatsachen zusammengestellt. Widersprechende Versuche hatten diese wieder zweifelhaft gemacht. Durch die Beobachtungen von STEVENS, HOFFMANN, BISCHOFF, BERTUCH, ENSCHUT über den Kohlensäuregehalt des Venenblutes und besonders durch diejenigen von MAGNUS über den Luftgehalt beider Blutarten hat diese Theorie neuerdings Geltung erhalten. Vorher, p. 250., sind die Gründe von LIEBIG angeführt worden, welche sie beschränken und es wahrscheinlich machen, dass die im Blute enthaltene Kohlensäure grossentheils in Form von doppeltkohlensaurem Natron vorhanden ist, welches an durchgehende Gase und auch bei aufgehobenem Luftdruck einen Theil seiner Kohlensäure entweichen lässt.

5. STEVENS hat eine eigenthümliche Ansicht über den chemischen Process des Athmens aufgestellt, welche sich auf die bekannte Thatsache gründet, dass Neutralsalze das Blut hellroth machen. Der Farbestoff der Blutkörperchen sei an sich dunkel, durch das Serum werde er hellroth, weil die Salze das Blut hellroth machen. Die hellrothe Farbe sei daher die natürliche Farbe der Blutkörperchen, so lange sie von Serum umgeben sind. Bringt man Wasser mit hellrothem Blutcoagulum zusammen, so wird das hellrothe Blut dunkel, weil das Serum des Coagulums ausgewaschen wird. Kohlensäure macht das hellrothe Blut dunkel. Diese Kohlensäure entsteht nach STEVENS in den Capillargefässen des Körpers, daher ist das Venenblut dunkel; in den Lungen wird die Kohlensäure ausgeschieden, daher tritt wieder die natürliche Farbe des Blutes, die hellrothe, ein, ohne dass der Sauerstoff die Ursache der hellrothen Färbung wäre. Wäre STEVENS Ansicht richtig, so müsste Venenblut unter der Luftpumpe durch das Entweichen der Kohlensäure zum hellrothen Blute werden. Diess geschieht aber nicht. Das ins Blut aufgenommene Sauerstoffgas muss daher einen wesentlichen Antheil an der hellrothen Farbe des Blutes haben. DE MAACK (*de ratione quae colorem sanguinis inter et respirationis functionem intercedit. Kil.* 1834.) fand, dass der oxydirte sowohl als der kohlensaure Cruor von schwärzlicher Farbe ist, wenn er nicht mit einer Neutralsalze haltigen Flüssigkeit in Berührung kommt. Salze machen beide heller roth, den kohlensauren nur bis zur Farbe des Venenblutes, den oxydirten bis zur Farbe des Arterien-

blutes. Der Verf. fand übereinstimmend mit Berzelius, dass Blutwasser nur äusserst wenig Sauerstoffgas absorbirt und keine Kohlensäure aushaucht. Dagegen absorbiren $2\frac{1}{2}$ Maass Farbestoffauflösung von 2 Maass Sauerstoffgas $1\frac{1}{2}$ Maass, und werden dann durch Berührung mit einer salzhaltigen Flüssigkeit hellroth. Der Verfasser nimmt an, dass der kohlensaure Cruor durch Sauerstoffgas zersetzt werde, so dass der Cruor oxydirt, die Kohlensäure aber frei werde, gleichwie das kohlensaure Eisenoxydul an der feuchten Luft zersetzt, und in Eisenoxydhydrat verwandelt wird.

6. Verschieden von dieser ist wieder folgende Ansicht, dass die Kohlensäure nicht durch Verbindung von Sauerstoff der Luft und Kohlenstoff des Blutes entstehe, weil die Aushauchung von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasen fortdauere, dass daher die Kohlensäure aus den letzten Bestandtheilen des Blutes sich wie andere Secreta bilde. Man kann für diese Vorstellung die Absonderung verschiedener Gase durch die Schwimmblase der Fische anführen. Nach dieser Ansicht wäre die Kohlensäure nicht im Venenblute nothwendig präexistirend, sondern sie würde im Momente des Durchganges des Blutes durch die Capillargefässe der Lungen ohne Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft gebildet. Diese Ansicht stützt sich auf Beobachtungen, dass die Bildung von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasen bei kaltblütigen Thieren fortdauert; Beobachtungen, welche schon Spallanzani gemacht und Edwards wiederholt. Indess die Existenz der Gase im Blute beweist, dass sie nicht durch Secretion erst entstehen.

7. In neuerer Zeit haben Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann eine eigenthümliche Theorie des Athmens entwickelt. Sie gehen von der Existenz der Essigsäure oder Milchsäure im freien oder gebundenen Zustande in den meisten Secreten und im Blute aus, welche sich im thierischen Körper selbst erzeugen muss, da sie in viel kleinerer Menge in der Nahrung enthalten ist, als die durch Schweiss und Urin beständig ausgeleert wird. Nun haben sie ferner ausgemittelt, dass das venöse Blut mehr unterkohlensaures Alkali enthält als das arterielle, indem 10000 venöses Blut wenigstens 12,3 und 10000 arterielles Blut wenigstens 8,3 gebundene Kohlensäure enthalten. Diess wenden sie auf ihre Hypothese an, dass sich beim Athmen unter reichlicher Berührung mit der Luft Essigsäure erzeuge, welche das kohlensaure Alkali des venösen Blutes zersetze, worauf die Kohlensäure ausgeathmet werde. Sie vermuthen, dass der Sauerstoff der Luft beim Athmen theils direct an Kohlenstoff und Wasserstoff trete und Kohlensäure und Wasser erzeuge, zum Theil sich unmittelbar mit den im Blute enthaltenen organischen Verbindungen vereinige. Hierdurch werden nun organische Producte, die zum Leben nöthig sind, erzeugt. Zugleich ist diese Bildung aber auch mit einer Umwandlung organischer Stoffe in niedere, wie z. B. Essigsäure oder Milchsäure, verbunden, welche einen Theil des im Blute enthaltenen kohlensauren Natrons zersetzt und diese Kohlensäure in die Lungenzellen austreibt. Tiedemann *Zeitschr. f. Physiol.* 5. Diese Theorie war, so lange an der Existenz der

Gase im Blut gezweifelt werden konnte, ein ingeniöser Versuch zur Erklärung der Facta. Gmelin hat indess selbst später die Existenz der Kohlensäure im Blute anerkannt.

Die Entscheidung der ganzen Frage vom chemischen Process des Athmens hängt von der Beantwortung von folgenden 3 Fragen ab.

1. Ist Kohlensäure und Sauerstoffgas im Blute vorhanden? Diese Frage ist bejahend beantwortet.

2. Wird die im Blute enthaltene Kohlensäure durch verschiedene Gase und nicht bloss durch die atmosphärische Luft daraus ausgetrieben? Auch diess ist durch die Versuche von Hoffmann, Stevens, Bischoff, Bertuch, Magnus bejahend beantwortet. Wasserstoffgas und Stickgas durch Blut geleitet, nehmen eben so viel Kohlensäure daraus auf, als wenn atmosphärische Luft durch Blut durchgeleitet wird.

3. Wird Kohlensäure von kaltblütigen Thieren in reinem Wasserstoffgas oder reinem Stickgas ausgehaucht? Wir werden sehen, dass diess unzweifelhaft ist.

Die älteren Versuche an warmblütigen Geschöpfen von H. Davy (Gilb. *Ann.* 19. 320.), Coutanceau und Nysten (Meck. *Arch.* 2. 256.) beweisen wohl nichts, da die Lungen von solchen Thieren, die kurze Zeit in Wasserstoffgas gebracht werden, noch Kohlensäure von vorher enthalten. Die Versuche werden nur dann beweisend, wenn Thiere lange in Wasserstoffgas oder Stickgas ausdauern können, und wenn die erzeugte Kohlensäure beträchtlich ist. Diess hat Edwards beobachtet; nämlich ein Frosch hauchte einmal in Wasserstoffgas in $8\frac{1}{2}$ Stunden 2,97 Centil. = 1,49 P. C. Z. Kohlensäure aus, was indess nicht ganz richtig seyn kann, da ein Frosch selbst in atmosphärischer Luft in dieser Zeit lange nicht so viel Kohlensäure bildet. *Influence des agens physiques p.* 445. Collard de Martigny (Magendie, *Journ. de physiol.* 1830. *p.* 121.) hat diese Versuche mit Stickgas ausgeführt, und auch Aushauchung einer Quantität Kohlensäure beobachtet, die nicht viel kleiner war, als in Edwards Versuch. Er nahm den Frosch in Zwischenzeiten von $1\frac{1}{2}$—2 Stunden aus der mit Stickgas gefüllten Glocke heraus, sammelte die Luft in einem andern Gefäss durch eine besondere Vorrichtung auf, füllte die Glocke wieder mit Stickgas und liess den Frosch wieder darin athmen. Diess wiederholte er bei jedem Versuche mehrere Mal. Beim Einbringen des Frosches wurden die Lungen und Kehle zusammengedrückt. Die Resultate der Versuche von Collard sind folgende.

A. Ein Frosch bildete in $7\frac{1}{2}$ Stunden 2,80 Centilitres Kohlensäure, diess macht 1,41 P. C. Z.

B. 3 Frösche bildeten in 8 Stunden 7,98 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,34 C. Z.

C. 2 Frösche bildeten in $8\frac{1}{2}$ Stunden 5,22 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,31 C. Z.

D. 2 Frösche bildeten in 8 Stunden 5,43 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,36 C. Z.

E. 2 Frösche bildeten in $7\frac{1}{2}$ Stunden 4,89 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,22 C. Z.

F. 2 Frösche bildeten in 9 Stunden 5,15 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,29 C. Z.

G. 2 Frösche bildeten in 8 St. 40 Min. 5,70 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,43 C. Z.

Aehnliche Versuche sind von mir und Prof. Bergemann angestellt. Die Frösche wurden mit zusammengedrückten Lungen unter Quecksilber in die Gase (Wasserstoffgas oder Stickgas) gebracht und blieben bis zum Ende des Versuchs in dem Cylinder, d. h. bis sie scheintodt waren. Das Wasserstoffgas war vor dem Versuch durch Weingeist oder kaustisches Kali gereinigt worden. In allen Fällen hatten die Frösche Kohlensäure ausgehaucht, deren Menge sich an der Volumenverminderung des Halses durch kaustisches Kali zu erkennen gab, doch war die Menge der gebildeten Kohlensäure geringer, als in den vorstehenden Versuchen. Ueber das Detail der Versuche siehe die früheren Auflagen dieses Werkes. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Beobachter.	Gasart.	Dauer des Versuchs.	Menge der gebildeten Kohlensäure.
Mueller	Stickgas	6 St.	0,25 C. Z.
Bergemann	«	14	0,75
«	«	12	0,5
M. u. B.	Wasserstoffgas	22	0,5
Mueller	«	$6\frac{1}{2}$	0,83
«	«	6	0,33
«	«	8	0,4
Bergemann	«	10	0,55
«	«	12	0,8
«	«	13	0,7
«	«	14	0,5

Gegen diese Versuche konnte man immer noch den Einwurf machen, dass die Frösche in ihren Lungen einen Theil atmosphärischer Luft in den Versuch mitgebracht, und dass auch ihr Darmkanal Kohlensäuregas enthalten konnte. Ich habe daher die Versuche so wiederholt, dass ich die Frösche zuerst dem luftleeren Raum aussetzte und diesen mit gereinigtem Wasserstoffgas anfüllte. In einem Versuche wurde auch dieses Wasserstoffgas wiederholt ausgepumpt, um den letzten Antheil atmosph. Luft aus dem Raume zu bringen. Auch überzeugte man sich durch eine Probe, dass das Wasserstoffgas nach Absorption des Wasserdampfes von salzsaurem Kalk durch Kali caust. nicht vermindert wurde. Die Frösche wurden 3 Stunden in dem Wasserstoffgase gelassen, sie waren schon viel früher scheintodt. Dann wurden die Frösche herausgenommen, und alles Wasser aus dem Gase entfernt, dadurch, dass ein Röhrchen mit salzsaurem Kalk wiederholt inner-

halb eines ganzen Tages in den Raum gebracht wurde, bis der salzsaure Kalk darin trocken blieb. Erst dann wurde das Gas auf Kohlensäure mit Kali caust. geprüft. In beiden der angestellten Versuche zeigte sich die gewöhnliche Aushauchung von Kohlensäure, welche im ersten Versuch 0,3, im zweiten 0,37 Cubikzoll betrug.

Die Menge Kohlensäure, welche ein Frosch in 6—12 Stunden in sauerstofffreien Gasarten bildet, kann man ohne Irrthum also auf $\frac{1}{4}$—$\frac{4}{5}$ C. Z. anschlagen. Da die Lungen und Kehle des Frosches im Durchschnitt nur $\frac{3}{8}$—$\frac{1}{2}$ C. Z. enthalten, die Luft derselben bei jedem Versuche zugleich vorher ausgedrückt war, und wenn auch etwas atmosphärische Luft und Kohlensäure zurückgeblieben, diess doch sehr wenig seyn konnte, so lässt sich das schon von Spallanzani gefundene Resultat nicht in Abrede stellen, dass die kaltblütigen Thiere auch in sauerstofffreier Luft fortfahren, Kohlensäure auszuhauchen, und dass diess selbst fast so viel als beim Athmen in atmosphärischer Luft beträgt, indem ein Frosch nach den pag. 239. mitgetheilten Versuchen in 6 Stunden im Durchschnitt 0,57 C. Z. Kohlensäure in atmosphärischer Luft erzeugt. Diese Ergebnisse sind kürzlich durch Bischoff's nicht minder lehrreiche Versuche bestätigt worden. Derselbe fand auch, dass Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen noch Kohlensäure durch die Haut aushauchen (in 8 Stunden 0,20 C. Z.).

In den ersten Auflagen dieses Lehrbuchs wurden diese Thatsachen mitgetheilt, ohne dass sie sich damals mit den Beobachtungen über das Blut in Uebereinstimmung bringen liessen, nach welchen keine Kohlensäure im Blute enthalten seyn sollte. Man schien daher damals zu der Ansicht berechtigt, dass die beim Athmen gebildete Kohlensäure zum Theil blosse Secretion der Lungen sey, und sich unabhängig von der atmosphärischen Luft erzeugen könne, und man verglich diese Art von Kohlensäurebildung derjenigen bei der Gährung, wo die Kohlensäure sich auch ohne wesentlichen Einfluss des Sauerstoffs der Luft aus den Elementen der organischen Stoffe bildet. Man sollte aber dann erwarten, dass bloss die Lungen oder die Haut das eigenthümliche Vermögen besässen, Kohlensäure abzuscheiden und das Blut allein mit atmosphärischer Luft geschüttelt keine Kohlensäure gebe. Dem ist aber nicht so, wie schon in den früheren Auflagen dieses Handbuchs gezeigt worden. Blut giebt, mit atmosphärischer Luft geschüttelt, auch Kohlensäure, und zwar 7 C. Z. Blut mit 10 C. Z. atmosphärischer Luft fast beständig geschüttelt, geben in 6 Stunden $\frac{1}{2}$ C. Z. Kohlensäure. Die Lehre vom Athmen befand sich daher noch vor mehreren Jahren in einer unauflöslichen Schwierigkeit.

Jetzt ist diess Räthsel zur vollkommenen Genüge gelöst. Beiderlei Blutarten enthalten nach Magnus vortrefflichen Untersuchungen Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlensäure, das arterielle Blut mehr Sauerstoffgas als das venöse, letzteres mehr Kohlensäure als das arterielle. Die im Blut enthaltene Kohlensäure wird beim Athmen durch die atmosphärische Luft ausgetrieben,

und an ihre Stelle tritt zum Theil Sauerstoffgas, während ein Theil der Kohlensäure selbst im arteriellen Blute aufgelöst bleibt; im ganzen Blutgefässsystem, besonders aber in den Capillargefässen wird durch Wechselwirkung mit den Organtheilen Kohlensäure gebildet; aber nicht aller im arteriellen Blute vorhandene Sauerstoff verschwindet in den Capillargefässen; ein Theil desselben findet sich auch noch im venösen Blute vor, in den Lungen wird die Kohlensäure durch die atmosphärische Luft zum Theil wieder ausgetrieben. Dieser Austausch der Gase ist vollständig nach den physikalischen Gesetzen der Absorption der Gase erklärbar. Eine mit einem Gase geschwängerte Flüssigkeit giebt diess Gas nicht ab, wenn sie unter dem Druck derselben Gasart steht. Steht aber diese Flüssigkeit mit einem andern Gase in Verbindung, so tauschen sich beide Gase bis zum Gleichgewicht der Vertheilung aus. Daher ist es leicht erklärbar, warum die Frösche in Wasserstoffgas und Stickgas ebensoviel Kohlensäure aushauchen, als in atmosphärischer Luft, und warum Wasserstoffgas und Stickgas beim Durchgehen durch Blut die in ihm enthaltene Kohlensäure aufnehmen.

Bei der Annahme, dass die aus dem Blute künstlich ausgeschiedene Kohlensäure im Blute ganz an Alkali gebunden ist, als doppeltkohlensaures Kali, kann man sich vorstellen, dass die beim Athmen ausgehauchte Kohlensäure sich entweder in den Lungen erst bildet, und also der chemische Process des Athmens erst während des Durchganges des Blutes durch die Lungen stattfindet, oder durch die ausgeathmete Kohlensäure frei wird aus dem doppeltkohlensauren Salze durch eine Zersetzung desselben, indem eine durch Oxydation der Thierstoffe sich bildende Säure, Milchsäure, sich im Momente ihrer Bildung mit dem Alkali vereinigt; dieses Salz wird dann auf dem Wege der Secretionen ausgeschieden, und das nun in die Blutmasse gelangende Alkali bindet sich auf den Wegen der Circulation wieder mit Kohlensäure, um sie in den Lungen fahren zu lassen. Die eine und die andere Ansicht wird aber durch das Athmen der Frösche in Wasserstoffgas unhaltbar. Denn da sie fortfahren, ebenso viel Kohlensäure in Wasserstoffgas zu bilden, so kann diese sich nicht in den Lungen gebildet haben, weder durch unmittelbare Oxydation zu Kohlensäure, noch durch Säurebildung und Zersetzung eines kohlensauren Salzes. Allerdings kann aber auch das im Blute vorhandene Alkali in den Lungen einen Theil seiner Kohlensäure fahren lassen durch blosse Berührung der Luft, sei es atmosphärische Luft, sei es Wasserstoffgas, wie bei den letzterwähnten Versuchen. Denn Wasserstoffgas und natürlich auch andere Gase entziehen, durch eine Auflösung von doppeltkohlensaurem Gase hindurchgeleitet, derselben einen Theil der Kohlensäure. Die Berührung der zarten Blutströmchen mit der Luft in den Lungen muss auch zu einem solchen Austausch Gelegenheit geben; hier ist es das Blut, welches umgekehrt durch das Gas hindurchgeleitet wird. Das doppeltkohlensaure Alkali wird also einen Theil seiner Kohlensäure bei dem Eindringen des Sauerstoffgases oder auch jedes andern Gases fahren lassen und sich während der Circulation wieder auf's

Neue mit frei werdender Kohlensäure verbinden, um sie wieder und wieder in den Lungen auszuscheiden. Indessen kann auf diese Weise die ausserordentliche Menge der durch das Athmen gebildeten Kohlensäure nicht wohl frei werden; denn wenn auch die aus dem doppeltkohlensauren Natron des Blutes durch Umwandlung in einfach kohlensaures zu entwickelnde Kohlensäure der im Blute vorhandenen Menge von Kohlensäure entspräche, so fehlt doch der Grund, anzunehmen, dass ein Gas allein zu dieser Umwandlung hinreiche, und es würde sich keine Auflösung von doppeltkohlensaurem Kali an der Luft erhalten können. Leichter lassen sich allerdings die Erscheinungen erklären, wenn freie Kohlensäure im Blute aufgelöst ist, und wenn die Gase selbst auf einander wirken, und diess kann man jedenfalls annehmen, wenn auch ein Theil der Kohlensäure, die man dem Blute entziehen kann, von doppeltkohlensaurem Salze abzuleiten ist.

Wie sich das nun verhalten mag, jedenfalls ist durch den Gehalt von freiem Sauerstoffgas im Blute und durch die ungestörte Ausscheidung von Kohlensäure beim Athmen in Wasserstoffgas bewiesen, dass der chemische Process der Respiration nicht auf die Lungen beschränkt ist, sondern während der ganzen Circulation erfolgt.

Die im Blute enthaltene Kohlensäure, welches immer ihre Quelle sei, reicht hin, um von ihr die ganze beim Athmen frei werdende Menge der Kohlensäure herzuleiten. Nimmt man 2 Unzen Blut auf jeden Herzschlag an, so erhält man, dass 10 Pf. in einer Minute an den Lungen vorbeigehen und dass 10 Pf. Blut also 22,7 C. Z. Kohlensäure enthalten müssten, die in einer Minute ausgeschieden werden. Nimmt man das von Allen und Pepys gefundene Resultat von 22,7 C. Z. Kohlensäure um die Hälfte zu gross an, wie es denn wirklich zu gross ist, nimmt man an, dass, wie in Davy's Versuch in einer Minute 15,8 C. Z. Engl. = 13 C. Z. Franz. ausgeathmet werden, so müssten doch 13 C. Z. Kohlensäure in 10 Pf. Blut aufgelöst seyn.

Aus Magnus Versuchen ergiebt sich, dass das Blut wenigstens $\frac{1}{5}$ seines Volumens an Kohlensäure enthält, und da ein Pfund Blut etwa 25 C. Z. beträgt, so würden also in jedem Pfunde venösen Blutes mindestens 5 C. Z. Kohlensäure enthalten seyn. Die in einer Minute an den Lungen vorbeigehenden 10 Pfund Blut enthalten also der Berechnung nach 50 C. Z. Kohlensäure, wovon beim Athmen sehr gut 13 C. Z. (Davy) oder 22,7 C. Z. (Allen und Pepys) abgegeben werden können.

Das Stickgas der atmosphärischen Luft, welches beim Athmen zum kleinen Theil ins Blut übergeht, scheint keine weitere Rolle zu spielen, da seine Quantität in beiden Blutarten nicht verschieden scheint. Der Zweck des Athemprocesses besteht offenbar in Aufnahme des Sauerstoffs ins Blut und in der Belebung der Organe durch diess Princip, zweitens in der Befreiung des Blutes von der in den Capillargefässen entstehenden Kohlensäure. Dass das Letztere nicht der Hauptzweck ist, sieht man deutlich an dem Scheintodtwerden der Frösche in Wasserstoff-

gas und Stickgas, welche Gase die Aushauchung der Kohlensäure nicht im mindesten verändern.

Verwandlung der thierischen Materien durch das Athmen.

Der Faserstoff des Venen- und Arterienblutes zeigt nach den Versuchen von Denis und Scherer eine merkwürdige Verschiedenheit in Hinsicht seiner Auflöslichkeit. Wird ausgewaschener Faserstoff von venösem Blutcoagulum mit $\frac{1}{3}$ Salpeter gemischt und zerrieben und dann nach und nach das Vierfache des Faserstoffs Wasser, zuletzt $\frac{1}{50}$ des Faserstoffs kaustisches Kali oder Natron zugesetzt, so wird das Gemenge allmählig gelatinös und nach einigen Tagen flüssig. Die abfiltrirte Flüssigkeit verhält sich nun chemisch ganz wie Eiweiss. Sie coagulirt beim Kochen, wird durch Weingeist gefällt und giebt mit Sublimat, essigsaurem Blei Niederschläge. Wird dieser Versuch hingegen mit dem Faserstoff von arteriellem Blute angestellt, so löst sich dieser nicht auf. Venöser pulverisirter Faserstoff löst sich auch ohne Alkali durch Behandlung mit Salpeter und Wasser, allein dann wird derselbe durch Verdünnen der Lösung mit vielem Wasser gefällt. Wie arterieller Faserstoff verhält sich auch Faserstoff der Crusta inflammatoria, der durch Schlagen des Blutes geronnene Faserstoff und solcher, der einige Zeit lang in feuchtem Zustande der Luft ausgesetzt war, endlich Fibrin, welches einige Minuten gekocht oder mit Weingeist digerirt worden war. Siehe Scherer in *Ann. d. Chemie u. Pharmacie. XL.* 1. 1841. Aus Scherer's Versuchen geht ferner hervor, dass diese Eigenschaft des arteriellen Faserstoffs auf dem Einfluss des Sauerstoffs beruht. Frischer Faserstoff absorbirte in einer Glasröhre in 14 Tagen von 168 Cubikcentimeter Sauerstoffgas 68 C. C. und bildete dafür 50 C. C. Kohlensäure. Bei einem vergleichenden Versuch mit frisch ausgewaschenem und mit einige Minuten gekochtem Faserstoff zeigte sich nach 14 Tagen, dass erster 202 C. C. Kohlensäure, letzterer gar keine Kohlensäure gebildet hatte. Frischer ausgewaschener Faserstoff von Blutcoagulum entwickelt aus Wasserstoffsuperoxyd sehr lebhaft Sauerstoffgas, dieses erfolgt aber nach Scherer nicht bei gekochtem Faserstoff und solchem, der mit Weingeist digerirt worden. Durch diese Versuche beweist Scherer, dass der frische Faserstoff alle Eigenschaften eines in steter Umsetzung begriffenen Körpers besitzt, und dass diese Eigenschaften wie die Gährung durch Siedhitze und Alkohol aufgehoben werden. Er findet es wahrscheinlich, dass der Faserstoff sich aus Albumin durch eine fortschreitende Metamorphose herausbilde. Eine Auflösung von venösem Faserstoff in Salpeterwasser, welche 14 Tage ruhig stehen geblieben war, hatte auf der Oberfläche eine bedeutende Trübung abgesetzt, und diese zog sich immer tiefer herab, verschwand aber nicht beim Umrühren.

Diese Versuche sind sehr lehrreich, sowohl in Hinsicht der physiologischen Wirkungen des Athmens, als in Beziehung auf die Wirkung der antiphlogistischen Mittel. Es geht daraus hervor, dass der Faserstoff in den Entzündungen schon im venösen Blute die Eigenschaften des arteriellen Faserstoffs besitzt, und

dass der Salpeter und andere auf den Faserstoff wirksame Mittel, indem sie die entzündliche Beschaffenheit des Blutes beschränken, wahrscheinlich dadurch wirken, dass sie der gesteigerten Umsetzung des Faserstoffs oder Oxydation des Faserstoffs Grenzen setzen. Scherer weiset auch darauf hin, dass dieselben Salze bei lange fortgesetztem Gebrauch derselben das Blut arm an plastischen Bestandtheilen machen und den scorbutischen Zustand bedingen.

Die Einwirkung, welche der Sauerstoff auf Fibrin zeigt, wurde nicht in gleicher Weise bei Albumin aus Eiern oder Blutserum bemerkt. 30 C. C. frisches Blutserum absorbirten in 8 Tagen von 178 C. C. Sauerstoffgas nur 4 C. C., in 14 Tagen 8 C. C. Es hatte sich keine Kohlensäure gebildet. Die Einwirkung des Sauerstoffs wird hier durch die Salze, namentlich das Kochsalz, verhindert. Letztere lassen sich dem uncoagulirt trocknen Blutserum durch vorsichtiges Auswaschen mit kaltem Wasser entziehen, allein dann geht der zurückbleibende Theil in einen unlöslichen Zustand über, wahrscheinlich durch Oxydation, die Asche enthält kein freies Alkali mehr. Solches von den Salzen befreite Blutserum absorbirte in 4 Tagen 8 C. C. Sauerstoffgas, und bildete dafür 22 C. C. Kohlensäure.

Merkwürdig ist endlich, dass die durch Auslaugen des Blutserums erhaltene Flüssigkeit sich wie eine Lösung von Käsestoff verhielt und eine sehr alkalische Asche lieferte. Auch liess sich das Albumin des Blutserums durch Zusatz von Alkali in diesen dem Casein ähnlichen Zustand überführen. Wurde nämlich frisches Blutserum mit doppelt so viel dest. Wasser vermischt und dieser Flüssigkeit etwas weniges flüssiges Alkali zugesetzt, so verschwand die alkalische Reaction beinahe ganz, wurde nun die Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt, so fand keine Coagulation mehr statt. Allein die Flüssigkeit bildete bei fortgesetztem Erwärmen auf der Oberfläche eine Haut, die sich beim Wegnehmen stets erneuert, in gleicher Weise, wie das Häutchen auf der Milch, mit welchem sie auch eine gleiche elementare Zusammensetzung hatte. Auch die Eigenschaft des Käsestoffs, dass er in heissem Weingeist löslich ist, beim Erkalten aber wieder theilweise ausscheidet, konnte dem Albumin durch Zusatz von etwas Alkali ertheilt werden*).

Verhältniss des Athmens zur Nahrung.

Die Untersuchungen von Liebig im Gebiete der physiologischen Chemie gestatten dermalen eine tiefere Einsicht in das

*) In dieser Arbeit ist auch ein Versuch mitgetheilt, in welchem dem Blut alles Eisen entzogen wurde, ohne dass die rothe Farbe verloren ging. Trocken pulverisirter Blutkuchen wurde mit Schwefelsäure innig gemischt, dann mit Wasser versetzt. Nach einigen Stunden enthielt das Wasser eine bedeutende Menge Eisen. Die Blutmasse wurde nun auf dem Filter so lange ausgewaschen, als sich noch in der durchgelaufenen Flüssigkeit Eisen nachweisen liess. Nun wurde die Masse mit Weingeist ausgekocht, der sich intensiv roth färbte. Diese spirituösen Auflösungen des schwefelsauren Färbestoffs wurden mit Ammoniak neutralisirt, abgedampft und geglüht. Die Asche enthielt kein Eisen mehr.

Athmen, sein Verhältniss zur Ernährung, und überhaupt zur gesammten thierischen Oeconomie. (Siehe dessen Abhandlung: *Der Lebensprocess im Thiere und die Atmosphäre, in Ann. d. Chemie u. Pharmacie. XLI.* 2.) Der Mensch scheidet durch das Athmen so viel Kohlenstoff in Form von Kohlensäure aus, dass 4 Tage und 5 Stunden Athmen oder Leben hinreichen würden, sämmtlichen Kohlenstoff in den thierischen Materien des Blutes zu verzehren, wenn dieser nicht durch die Speisen ersetzt würde. Die Menge des ausgeschiedenen Kohlenstoffs steht in Verhältniss mit der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs. Zwei Thiere, welche ungleiche Mengen Sauerstoff aufnehmen, oder Kohlensäure aushauchen, verzehren auch in ähnlichem Verhältniss ungleiche Mengen derselben Speise.

Daher sterben die Thiere am schnellsten ohne Nahrung, welche am meisten athmen, wie die Vögel (nach einigen Tagen); ein Amphibium, das zehnmal weniger athmet, lebt mehrere Monate ohne Nahrung. Im Zustande der Ruhe ist die Zahl der Athemzüge geringer, und Prout hat gefunden, dass mässige Bewegung die Menge der beim Athmen gebildeten Kohlensäure vermehrt (wogegen sie sich nach heftigen Bewegungen vermindert zeigt). Bewegung erfordert auch mehr Nahrung. Beim Athmen in Sauerstoffgas bildet sich mehr Kohlensäure als beim Athmen in atmosphärischer Luft (Allen und Pepys). Die relative Menge des Sauerstoffgases in gleichen Volumina atmosphärischer Luft muss auf die Menge der gebildeten Kohlensäure Einfluss haben. Wärmere Luft enthält weniger Sauerstoffgas als kältere. Im Winter athmen wir daher mehr Kohlenstoff aus als im Sommer, in kalten Klimaten mehr als in heissen, und wir müssen in dem nämlichen Verhältniss mehr Speisen geniessen. Die Nordländer essen nicht allein mehr, sie geniessen auch mehr nahrhafte Speisen. Liebig weiset in dieser Hinsicht auf den Unterschied der Früchte des Südländers und des Specks und Thrans des Polarländers hin. Erstere enthalten im frischen Zustande nicht über 12 pCt. Kohlenstoff, letztere 66 bis 80 pCt; daher ist es auch nicht schwer, in warmen Gegenden mässig zu seyn oder lange zu hungern, aber Kälte und Hunger reiben schnell auf. Da die Eigenwärme der Thiere von dem Athmen abhängt, letzteres aber die Zufuhr neuen Materials von Kohlenstoff erfordert, so muss eine kalte Temperatur auch in Beziehung auf die Erhaltung der Eigenwärme weit mehr zur Nahrung dringen, als es in heissen Gegenden und Jahreszeiten der Fall ist. Mit allen diesem scheint auch im Zusammenhange zu stehen, dass im Sommer die Leberkrankheiten, im Winter die Lungenkrankheiten häufiger sind. Denn ausser den Lungen wird der Kohlenstoff in einer andern Form auch in der Leber ausgeschieden.

Bei Hungernden bleibt sich die Respiration und damit die Verzehrung des Körpers durch Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff der thierischen Materien gleich. Jeden Tag treten 65 Loth Sauerstoff ein und nehmen beim Austreten einen Theil von dem Körper des Hungernden mit. Diess geschieht zunächst auf Kosten des Blutes, da der Organismus dieses in sei-

ner Integrität zu erhalten strebt, auf Kosten des Fettes. Dahin gehört auch die Ansammlung des Fettes vor dem Winterschlaf und sein Verschwinden während desselben. Bei Hungernden verschwindet aber nicht allein das Fett, sondern nach und nach die anderen der löslichen festen Stoffe, so dass immer mehr Organtheile in den Oxydationsprocess durch den eintretenden Sauerstoff hineingezogen werden. In einer ferneren Abhandlung: die Ernährung, Blut- und Fettbildung (*Ann. d. Chemie u. Pharmacie B. XLI.* 3.) hat Liebig den Zusammenhang zwischen dem Athmen und der Fettbildung weiter verfolgt. Immer tritt Fettbildung ein, wo ein Missverhältniss zwischen dem durch die Nahrungsmittel zugeführten Kohlenstoff und dem eingeathmeten Sauerstoff statt hat. Im normalen Zustande wird eben so viel Kohlenstoff ausgeführt wie eingeführt, der Körper erhält kein Uebergewicht an kohlenstoffreichen und stickstofflosen Verbindungen. Wird die Zufuhr der kohlenstoffreichen Nahrungsmittel gesteigert, so bleibt nur dann das normale Verhältniss, wenn durch Bewegung die Oxydation derselben durch das Athmen befördert wird, wenn in gleichem Grade die Zufuhr an Sauerstoff vermehrt wird. Bei dem Araber der Wüste fehlt diese Ablagerung; sie zeigt sich bei dem in Unthätigkeit lebenden Weibe des Orients und bei den mit Mangel an Bewegung gemästeten Hausthieren. Die Nahrungsmittel zerfallen in stickstoffhaltige und stickstofflose. Erfahrungen, welche später angeführt werden sollen, beweisen, dass letztere allein genossen, die Ernährung nicht unterhalten, und dass Thiere bei ihrem alleinigen Genuss so gut wie völlig hungern; diese Nahrungsmittel unterhalten aber gleichwohl das Athmen. Als plastische Nahrungsmittel bezeichnet Liebig demnach Pflanzenfibrin, Pflanzenalbumin, Pflanzencasein, Fleisch und Blut der Thiere, von welchen er zeigt, dass sie alle eine übereinstimmende Zusammensetzung haben, als Respirationsmittel aber Fett, Amylum, Gummi, Zucker, Pectin, Bassorin, Wein, Bier, Branntwein; sie werden entweder oxydirt und in Form von Kohlensäure ausgeschieden, oder nicht oxydirt in Form von Fett abgesetzt. Es genüge hier nur die Hauptzüge dieser Arbeiten anzudeuten, auf welche wir bei den Nahrungsmitteln und anderen Orten zurückkommen müssen.

Wesen des Athemprocesses.

Wir haben im allgemeinen Theil dieses Werkes von der das thierische Leben beständig begleitenden Zersetzung gehandelt, welches selbst die Ursache von der Fortsetzung der Lebenserscheinungen ist. In keinem Processe zeigt sich dieselbe auffallender als im Athmen. Worin liegt der letzte Zweck dieser Selbstverzehrung? Man kann darauf antworten, dass die Natur der Lebenserscheinungen eben von der Art ist, dass die Actionen nur dann eintreten, wenn die Ruhe der bestehenden Verbindungen gestört wird, oder, wie Liebig sich ausdrückt, wenn der Stoff aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung übergeht. In der Ernährung und Reproduction, sagt derselbe, erkennen wir den

Uebergang des Stoffes aus dem Zustande der Bewegung in den Zustand der Ruhe (des statischen Gleichgewichtes); durch den Einfluss des Nervensystems gelangt dieser Stoff in den Zustand der Bewegung. (*Ann. d. Chemie u. Pharm. XLI.* 2. *H. p.* 197.) Da das Zersetzte nur im Momente der Bewegung dem Organismus nützt, bald aber selbst wieder in den Zustand der Ruhe übergeht, indem es eine dem Organismus unbrauchbare Verbindung geworden ist, so bilden die der Bewegung fähigen Materien, indem sie in den Organismus als Nahrung eingehen und als Kohlensäure und Harn aus demselben ausgehen, gleichsam einen beständigen durch den Organismus durchgehenden Strom von Materien, die nur eine Zeit lang im Organismus verharren, indem ja in einigen Tagen aller Kohlenstoff des Blutes durch das Athmen verzehrt seyn kann, und welche während ihres Durchganges dem Organismus durch ihren Uebergang in den Bewegungszustand nützlich und unentbehrlich sind. Der Bewegungszustand der chemischen Verbindungen ist aber, in andern Worten ausgedrückt, der Zustand ihrer Kraftäusserung, die frei werdende Wärme, die Electricität können ebenfalls als Bewegungszustände der Materien angesehen werden, bei den organischen Materien fallen die an ihnen während des Lebens auftretenden Bewegungszustände mit den organischen Kräften der verschiedenen Organtheile selbst zusammen. Der letzte Zweck des Athemprocesses ist demnach, die organischen Verbindungen durch den sie angreifenden Sauerstoff in den Zustand der Kraftäusserung zu versetzen.

Bei einer andern Gelegenheit (Harn) haben wir die Frage aufgeworfen, aber unentschieden gelassen, ob der Harnstoff, der sich im Blute selbst schon vorfindet, und nur so lange darin vermisst wird, als er durch die Nieren daraus ausgeschieden wird, durch die Zersetzung der thierischen Stoffe vermöge des Athmens gebildet werde. Es scheinen aber in der That das Athmen und die Bildung des Harnstoffes im Blute in dem innigsten Zusammenhange zu stehen; denn wenn die durch das Athmen gebildete Kohlensäure hinreicht, um in einigen Tagen allen im Blute enthaltenen Kohlenstoff zu verzehren, so können die ihres Kohlenstoffs grossentheils beraubten Bestandtheile des Blutes in keiner andern Verbindung wiedererkannt werden, als in dem stickstoffreichen aus dem Organismus entweichenden Bestandtheil des Harns, dem Harnstoff und in der Harnsäure; und das Gleichgewicht kann nicht anders hergestellt werden, als durch die gleichzeitige Ausscheidung von Kohlensäure durch die Lungen und durch Harnstoff und Harnsäure durch die Nieren. Auch in Hinsicht dieses Punctes muss ich auf die neuern Untersuchungen von Liebig verweisen. Am klarsten stellt sich diess bei einem hungernden Thiere, z. B. den Schlangen, heraus, welche Monate lang ohne Nahrung lebend, doch fort und fort Kohlensäure durch die Lungen, und Harnsäure durch die Nieren ausscheiden. Ich sah bei einem *Eryx turcicus*, den ich mehrere Monate ohne Nahrung gehalten hatte, und der schon vorher geraume Zeit in diesem Zustande gelebt haben mochte, von Zeit zu Zeit harnsaure Excremente abgehen. Man kann für höchst wahrscheinlich

annehmen, dass durch den Eingriff des Sauerstoffs in die thierische Oeconomie die Thierstoffe nach und nach in Kohlensäure und Harnstoff (oder auch Harnsäure) zerlegt werden.

Da der Faserstoff des Blutes nach Scherer's Versuchen im frischen Zustande eine grosse Affinität zum Sauerstoff hat und dabei Kohlensäure bildet, so muss die Zersetzung grossentheils schon im Blute selbst vor sich gehen, theils während des Durchganges durch die Lungen, theils während der Circulation, und damit stimmt auch die Schnelligkeit des Verbrauches der Thierstoffe durch das Athmen. Denn so schnell kann der Stoffwechsel in den organisirten Theilen des Körpers schwerlich erfolgen. Daher scheint der durch das Athmen der ganzen Organisation gegebene Aufschwung und Reiz zum Theil wenigstens darin zu bestehen, dass die organisirten Theile des ganzen Körpers mit dem Blute in Berührung treten, das einen in der Bewegung seiner Elemente begriffenen Körper, den aufgelösten Faserstoff enthält.

Aber auch alle organisirten Theile des Körpers müssen unmittelbar an der durch den Sauerstoff eingeleiteten Bewegung Antheil nehmen. Denn alle haben eine offenbare Verwandtschaft zum Sauerstoff, wie sich daran zu erkennen giebt, dass nasse thierische Theile vor atmosphärischer Luft bewahrt, schwer faulen, an der Luft aber durch Absorption von Sauerstoff und Kohlensäurebildung bald in faule Gährung übergehen. Nun ist aber freier Sauerstoff im Blute aufgelöst enthalten. Dann aber ist der Verkehr der organisirten Theile mit dem Sauerstoff des Blutes durch die Farbenveränderung des Blutes in den Capillargefässen des Körpers offenbar. An diesem Verkehr müssen die Blutkörperchen einen Hauptantheil haben. Sie verändern ihre Farbe bei jedem Durchgang durch die Capillargefässe der Körper ins Dunkle, wie beim Durchgang durch die Capillargefässe der Lungen ins Helle, daher haben wir sie längst als die Träger des Athemprocesses angesehen (1. *Aufl. dieses Handb. p.* 343), und diese Ansicht ist auch von anderen Physiologen angenommen. Die Blutkörperchen beurkunden ihre Anziehung zum Sauerstoff nicht bloss durch ihre Farbenveränderung, sondern auch durch die Absorption des Sauerstoffgases. Geschlagenes und vom Faserstoff befreites Blut absorbirt Sauerstoffgas aus der Luft, und De Maack beobachtete in dem schon angeführten Versuche, dass $2\frac{1}{2}$ Maass Farbestoffauflösung von 2 Maass Sauerstoffgas $1\frac{1}{2}$ Maass absorbirten. Die Blutkörperchen scheinen aber auch leicht ihren Sauerstoff an andere organische Theile abzugeben; denn sie wechseln fort und fort ihre Farbe aus entgegengesetzten Ursachen, sie sättigen sich nicht mit Sauerstoff, sondern erhalten immer wieder neue Anziehungskraft auf denselben, auch werden sie nicht schnell zersetzt, da sie in den Arterien und Venen keinerlei Unterschied zeigen, und eine gewisse Beständigkeit in der Circulation behaupten. Der in der Bewegung seiner Elemente schon begriffene Faserstoff des Blutes muss auf die organisirten Structuren des ganzen Körpens wie ein Ferment wirken, und sie bestimmen, in die gleiche Bewegung einzugehen; den dazu nöthigen Sauerstoff finden sie in dem Blute und in den Blutkörperchen vor.

Vorher wurde erwähnt, dass durch den Eingriff des Sauerstoffs in die thierische Oeconomie die Thierstoffe nach und nach in Kohlensäure und Harnstoff (oder auch Harnsäure) zersetzt werden. Dieser Process erfolgt nur im lebenden Körper, und lässt sich in keiner Weise künstlich am Blute, das den lebenden Körper verlassen, nachbilden. Zwar fährt das Blut auch ausser dem lebenden Körper fort, Sauerstoffgas aufzunehmen und Kohlensäure auszuscheiden, und der Faserstoff insbesondere zeichnet sich aus, durch seine Fähigkeit, vermittelst des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft eine Zersetzung zu erleiden, vermöge welcher er Kohlenstoff in Form von Kohlensäure ausscheidet, aber die Art dieses Processes ist ganz und gar von der Verwandlung des Blutes durch das Athmen verschieden. Faserstoff im feuchten Zustande der Luft ausgesetzt, erleidet, indem er oxydirt wird und Kohlensäure ausscheidet, eine schnelle faule Zersetzung; schon nach einigen Tagen riecht er wie Limburger Käse, und nach Verlauf von 8 Tagen hat die faule Zersetzung mit Aushauchung von Ammoniak bereits einen grossen Fortschritt gemacht. Der zersetzte Theil des Faserstoffes bildet eine trübe Flüssigkeit, welche viel aufgelöstes Eiweiss enthält, das sich durch Kochen abscheiden lässt, aber es lässt sich in dieser Flüssigkeit keine Spur von Harnstoff nachweisen. Der Faserstoff wird daher, indem er oxydirt wird, so zersetzt, dass sein Kohlenstoff in Kohlensäure, sein Wasserstoff und Stickstoff in Ammoniak verwandelt wird; beim Athmen hingegen wird zwar auch der Kohlenstoff der organischen Materie durch Oxydation extrahirt, aber der von dieser Extraction übrig bleibende Wasserstoff und Stickstoff bilden keine flüchtige Verbindung, sondern treten mit Sauerstoff und einem Antheile von Kohlenstoff in die Form des Harnstoffs zusammen. Diess ist eine Materie, die sich aus Cyansäure und wässrigem Ammoniak künstlich erzeugen lässt, Cyansäure selbst aber zersetzt sich im feuchten Zustande in Kohlensäure und Ammonium. Beim Athemprocess wird also die bei der künstlichen Oxydation der thierischen Stoffe erfolgende Sticksoffverbindung, welche die Ursache der fauligen Gerüche ist, gänzlich vermieden, und die entstehende Stickstoffverbindung ist eine solche, welche sich durch künstliche Oxydation der im Blute vorkommenden Stoffe im feuchten Zustande niemals erzielen lässt.

Könnte das Blut ausser dem lebenden Körper, und zwar im feuchten Zustande oxydirt werden, auf eine Weise, dass nur Kohlensäure gebildet, aber die Bildung der flüchtigen Stickstoffverbindung, Ammoniak oder die faulige Gährung vermieden würde, dann würde man allein den Athemprocess nachbilden können, und es würde sich dann wahrscheinlich auf diesem Wege künstlicher Harnstoff erzeugen lassen. Diess ist bis jetzt nicht möglich, denn die Körper, welche leicht ihren Sauerstoff abgeben, wie die Hyperoxyde, z. B. Bleihyperoxyd und Wasserstoffhyperoxyd wirken nicht merklich auf Faserstoff oder Blut ein, und wiewohl das Wasserstoffhyperoxyd vom Faserstoff zersetzt und Sauerstoffgas frei wird, so ist doch bekannt, dass hiebei keine Zersetzung des Faserstoffs eintritt und dass

keine Kohlensäure gebildet wird. Die Entwickelung von Kohlensäure aus dem frischen Blute durch Sauerstoffgas kann hier nicht in Betracht kommen, da die im Blute schon vorhandene Kohlensäure ebenso leicht durch andere Gase, wie Wasserstoffgas und Stickgas ausgetrieben wird.

Die Ursachen, welche die ganz eigenthümliche Zersetzung des Faserstoffs und anderer Thierstoffe im lebenden Körper in Kohlensäure und Harnstoff bewirken, sind offenbar die lebendigen Organe, und zwar nicht ein einzelnes, wie die Lungen, denn die Frösche leben nach Ausschneidung der Lungen durch Athmen mit der Haut noch 30 Stunden, sterben aber schnell in Oel; Lungen und Haut bilden bloss die Oberfläche, durch welche der Sauerstoff in den thierischen Körper eindringt und die Kohlensäure entweicht. Der chemische Process hängt, wie wir gesehen haben, in seiner Eigenthümlichkeit nicht allein von den Thierstoffen des Blutes ab; diese, wie der Faserstoff, haben zwar auch im todten Zustande eine grosse Anziehungskraft zum Sauerstoff, aber dieser reicht nicht hin, und es ist höchst wahrscheinlich, dass die lebendig wirksamen Zellen des Blutes, die Blutkörperchen, in der Bestimmung und Regulirung der chemischen Verbindungen eine Hauptrolle spielen, oder die durch den Harn ausgeschiedenen Stickstoffverbindungen in Wechselwirkung mit allen Organen, durch welche sie durchgehen, selbst erzeugen.

Die Vergleichung des Athmens mit dem Verbrennen ist in einer Beziehung richtig, in anderer unrichtig; was in dem Athmen mit dem Verbrennungsprocess ähnlich ist, hat es auch mit der Fäulniss gemein, beide Processe sind vom Athmen ebenso sehr wie unter sich verschieden. Beim Verbrennungsprocess leitet der Sauerstoff unter hoher Temperatur Zersetzungen und Verbindungen ein, welche in dieser Weise ohne hohe Temperatur nicht erfolgen können, wie die bei der trockenen Destillation sich erzeugenden Körper. Verbrennen, Athmen, Gähren und Faulen gleichen einander nur in der Form, in welcher der Kohlenstoff ausscheidet.

V. Capitel. Von den Athembewegungen und Athemnerven.

a. Athembewegungen.

Das Ein- und Ausathmen geschieht bei dem Menschen und den Säugethieren durch Erweiterung und Verengerung der Brusthöhle. Sobald die Brustwände sich ausdehnen, und die Brusthöhle erweitert wird, dringt die Luft in der Luftröhre und ihren Zweigen bis in die Zellen nach, die sich in dem Maasse ausdehnen, als die Brusthöhle sich erweitert, so dass also die Oberfläche der Lungen durchaus den sich ausdehnenden Wänden der Brusthöhle folgt. Diess ist nur so lange möglich, als die Brusthöhle von allen Seiten geschlossen ist, und so lange kein Druck der Luft von aussen dem Druck der Luft von der Luftröhre aus das Gleich-

gewicht hält. Bei penetrirenden Brustwunden aber ist kein volles Einathmen mehr möglich, weil der Luftdruck dann durch die Wunde auf die äussere Oberfläche der Lungen wirkt, und dem Luftdruck von der Luftröhre her das Gleichgewicht hält. Die Lungen bleiben dann collabirt, wenn auch die Brustwände sich ausdehnen. Zur Erweiterung der Brusthöhle beim Einathmen dient ganz vorzüglich das Zwerchfell. Im erschlafften Zustande ist das Zwerchfell gewölbt, bei der Contraction desselben wird es flach, und indem seine Wölbung herabsteigt, erweitert es also die Brusthöhle, wodurch zugleich die Eingeweide der Bauchhöhle von oben gedrückt werden. Dieser Druck auf die Baucheingeweide von oben beim Einathmun verursacht das Hervortreiben derselben nach vorn oder das scheinbare Anschwellen des Bauches beim Einathmen.

Sobald das Zwerchfell erschlafft, weichen die Eingeweide wieder mehr zurück, und der Bauch wird flacher. Beim leisen Einathmen bewirkt das Zwerchfell zum grossen Theil allein die Erweiterung der Brust. Die seitliche Erweiterung der Brust geschieht vorzüglich durch die Wirkung der *Musculi intercostales*, aber auch durch Unterstützung der *Musculi scaleni*, *levatores costarum*, des *serratus posticus superior*, und der Brustmuskeln überhaupt. Das Ausathmen kann beim ganz ruhigen Athmen schon durch blossen Collapsus, durch die Elasticität oder Herstellung der vorher ausgedehnten Theile in den Status quo erfolgen, und das ruhige Athmen scheint weniger aus der Abwechselung antagonistischer Muskelbewegungen, als vielmehr periodischer Inspirationsbewegungen zu bestehen. Hierbei wirken zwar die Exspirationsmuskeln durch jenes mässige Contractionsspiel, welches allen Muskeln auch ausser den stärkeren Zusammenziehungen eigen ist, mit. Wenigstens erfolgt das Ausathmen von selbst, so wie die Inspiration aufhört. Beim stärkern Ausathmen wirken diese Muskeln stärker, noch mehr, und selbst krampfhaft, wenn Reizung in den Lungen oder im Kehlkopfe stattfindet, und Husten eintritt. Die Exspirationsmuskeln sind die Bauchmuskeln, welche die Rippen niederziehen, und durch Zusammendrückung des Bauches die Baucheingeweide gegen das erschlaffte Zwerchfell in die Höhe treiben, und so die Brusthöhle auch von unten verengern. Diess sind der gerade, die schiefen, der quere Bauchmuskel, der *Musculus triangularis sterni*, *quadratus lumborum*, *serratus posticus inferior*, *sacrolumbaris* und *longissimus dorsi*.

Das Ausathmen wird unterstützt 1) durch die Elasticität der Luftwege, nachdem ihre Ausdehnung durch die Luft aufgehört hat. 2) Durch Zusammenziehung der Muskelfasern der Luftwege.

Beim Einathmen ist die Stimmritze weiter, beim Ausathmen enger. Die Luftröhrenzweige werden beim Einathmen weiter, beim Ausathmen enger. Die Luft wird entweder durch Mund oder Nase aufgenommen und ausgetrieben. Beim Athmen durch die blosse Nase ist der Ausgang durch den Mund durch Anlegen der Zunge wider den Gaumen oder durch die Lippen geschlossen, beim Athmen durch den Mund ist das Gaumensegel erhoben und die Luft geht durch den weitern Gang aus.

Bei den Vögeln dringt die Luft beim Einathmen nicht allein in die Lungen, sondern auch in die grossen Zellen. Es giebt hier kein vollständiges Zwerchfell mehr, sondern nur einige Muskelzipfel steigen vom hintern Winkel der 3., 4. und 5. Rippe zu einer fibrösen Haut an der untern Fläche der Lungen empor. Die Erweiterung der Brust erweitert die grossen Zellen, welche mit den Lungen in Verbindung stehen, wodurch die Luft genöthigt wird, sich in die Lungen zu stürzen. Die Luft wird aus den Zellen und den Lungen durch die Thätigkeit der Bauchmuskeln ausgetrieben. Unter den Amphibien athmen die Chelonier, deren Rippen unbeweglich verbunden sind, und die nackten Amphibien, welche keine wahren Rippen haben, bloss durch Verschluckung der Luft ein. Die Frösche schliessen den Mund, erweitern die Mundhöhle an der Kehle, wodurch ein leerer Raum entsteht, den die Luft, durch die Nasenlöcher eindringend, einnimmt. Dann ziehen sie die Kehle zusammen, verschliessen den Schlundkopf, und treiben durch die Zusammenziehung der Kehle die Luft durch die Stimmritze in die Lungen, während sie durch einen eigenthümlichen Mechanismus die Nasenlöcher schliessen. Die Luft wird theils durch die Bauchmuskeln, theils durch die Elasticität der Lungen bei geöffneter Stimmritze ausgetrieben. Sobald die Frösche den Mund nicht mehr schliessen können, können sie auch nicht mehr athmen. Das Ausathmen geschieht bei den Schildkröten durch Zusammenziehung der Bauchmuskeln zwischen dem Bauchschild und den hinteren Extremitäten. Die mit beweglichen Rippen versehenen Amphibien athmen durch Erweiterung und Verengerung der Körperhöhle vermöge der Rippen. Ueber die Athembewegungen der Fische und ihren Mechanismus siehe Cuvier, *Vergl. Anat. T.* 4. 222.

Die Hypothese von der Mitwirkung der Lungen bei den Athembewegungen ist seit den ältesten Zeiten bald erhoben, bald verworfen worden. Für diese Hypothese stritten Averroes, Riolan, Plater, Sennert, Bremond (*mém. de l'acad. d. sc. Par.* 1739), gegen dieselbe Th. Bartholin, Diemerbröck, Mayow und Haller. Haller, *elementa physiol. T.* 3. *l.* 8. *p.* 226. Die Ersteren sahen bei Thieren, deren Brusthöhle geöffnet war, die Lungen nicht immer zusammen fallen, sondern in einigen Fällen sich dauernd bewegen, obgleich die Brustmuskeln ausser Thätigkeit waren. In der neuern Zeit haben Flormann und Rudolphi diese Hypothese vertheidigt. Rudolphi, *anat. physiol. Abhandl. p.* 111. Flormann sah, dass die Lungen eines ersäuften Hundes selbst nach Zerschneidung des Zwerchfelles noch fortfuhren, sich zu bewegen, Rudolphi sah die Bewegung der Lungen an einem erdrosselten Hunde, bei entferntem Brustbeine, zerschnittenem Zwerchfelle und Intercostalmuskeln. Man leitete schon solche Bewegungen der Lungen von den Erschütterungen des Brustkastens ab, sie können auch wohl von den Zusammenziehungen des Herzens, und von den von mir beobachteten Zusammenziehungen der Lungenvenen herrühren. Haller hatte nie so Etwas gesehen, er sah immer die Lungen bei vollständiger Oeffnung der Brusthöhle ganz collabirt; ich habe auch nie dergleichen gesehen, und ich vermuthe bei den

Erfahrungen der ehrwürdigen Männer FLORMANN und RUDOLPHI eine Täuschung. Die weitere Auseinandersetzung dieser Controverse hat bloss ein geschichtliches Interesse. Die Gründe und Gegengründe wiederholen sich, und man ist zuletzt auf das Zeugniss seiner Augen angewiesen, das nach meinen Erfahrungen gegen die Hypothese spricht. TIEDEMANN sah Bewegungen an dem Athemorgan der Holothurien. TREVIRANUS hatte an den Lungen der Frösche auf Application von Opiumtinctur und Belladonnaextract Bewegungen gesehen. Die Frösche füllen von der Kehle aus ihre Lungen mit Luft, die beim Oeffnen der Stimmritze und Nasenlöcher entweicht. Ist die Stimmritze geöffnet, so sind die Lungen für immer collabirt, und man kann keine Zusammenziehungen an ihnen erregen. Vergl. über diesen Gegenstand LUND, *Vivisectionen p.* 243 — 250.

Dagegen ist die Contractionsfähigkeit der Luftröhre und ihrer Aeste wohl nicht zu bezweifeln. Man könnte vermuthen, dass die Luftröhrenäste an den von HOUSTOUN, BREMOND, FLORMANN und RUDOLPHI gesehenen Phänomen Antheil haben. Die queren Fleischfasern der Luftröhre an ihrer hintern Seite und an den Luftröhrenästen sind bekannt. REISSEISEN, *de fabrica, pulmonum. Berol.* 1822. *fol.* REISSEISEN will sie mit der Loupe noch an so kleinen Luftröhrenzweigen erkannt haben, an welchen er keine Knorpel mehr wahrnahm.

Zusammenziehungen der Luftröhrenfasern auf Reize sind bis jetzt nur von KRIMER (*Untersuchungen über die nächste Ursache des Hustens. Leipz.* 1819.) gesehen worden. WEDEMEYER dagegen beobachtete bei einem Hunde und einem Meerschweinchen weder auf mechanische, noch auf galvanische Reizungen auf den ganzen Umfang der Luftröhre, mit und ohne Trennung der Schleimhaut angewandt, irgend Etwas von Contraction. Dagegen zeigte sich in den Bronchialzweigen von $\frac{3}{4}$—1 Linie Durchmesser eine allmählige Verengerung ihres Lumens, fast bis zum gänzlichen Erlöschen desselben. Bei einem lebenden Hunde befreite WEDEMEYER die Luftröhre 2 Zoll lang von allem Zellgewebe, und schnitt vorn ein Stück aus der Luftröhre aus. WEDEMEYER sah bei der Reizung der hintern Wand der Luftröhre durch mechanischen und galvanischen Reiz keine Spur von Zusammenziehung. WEDEMEYER öffnete nun schnell die Brust, nahm die Lungen mit ihren Bronchien heraus, und machte mehrere Durchschnitte derselben. Die Stämme der Bronchien zeigten kein Zeichen einer Zusammenziehungskraft. Dagegen glaubte WEDEMEYER in kleineren Aesten von circa 1 Linie Durchmesser auf den galvanischen Reiz eine deutliche Constriction zu sehen, doch geschah diess sehr langsam. Den letzteren ähnliche Beobachtungen machte bereits VARNIER.

Eine rhythmische Bewegung der Luftröhre mit den Athembewegungen, die in diesem Falle willkürlich seyn könnte, wäre ein ganz isolirtes Factum. Der *Ductus choledochus* zieht sich zwar auch rhythmisch zusammen, aber diese Bewegungen sind doch aller Willkür entzogen, dahingegen rhythmische Bewegungen der Luftröhre, welche mit den anderen Respirationsbewegungen gleichzeitig geschehen, auch mit diesen der Willkür unterworfen seyn

müssen. Ein solcher Einfluss der Willkür bis auf die Zweige des Ausführungsganges eines Eingeweides ist im höchsten Grade unwahrscheinlich. Vielleicht könnte eine beständig sich äussernde Contractilität in den Fasern der Luftröhrenzweige, bei dem Nachlass jeder Ausdehnung durch Inspiration, zur rhythmischen Verengerung wirken. Diess kann aber auch durch blosse Elasticität erfolgen, und wirklich sind die Luftröhren, so wie ihre Aeste mit elastischen gelben Längsfasern besetzt.

Bei den Vögeln giebt es allerdings willkürliche Verkürzungen der Luftröhre durch besondere Muskeln, *M. sternotracheales* und *M. ypsilotracheales* (und bei vielen Vögeln für den Zweck des Gesanges an dem untern Kehlkopfe bei der Theilung der Luftröhre noch besondere Muskeln). Sehr interessant ist, dass jene Muskeln, wie ich sehe, von einem besondern Nerven versehen sind, einem zweiten *Ramus descendens N. hypoglossi*, der bis fast zum untern Kehlkopfe herabgeht, und (bei dem Truthahn) die *M. sternotracheales* und *ypsilotracheales* versieht, während der *N. recurrens*, grösstentheils der Speiseröhre bestimmt, einen verhältnissmässig nur kurzen *Ramus trachealis* entgegen schickt.

Beim Menschen scheint die Erweiterung der Luftröhrenzweige und die von Einigen beobachtete Verkürzung der Luftröhre beim Einathmen, die Verlängerung beim Ausathmen eine bloss mechanische Folge der Ausdehnung und Verengerung der Brust zu seyn. Der Kehlkopf selbst rückt beim heftigen Einathmen ein wenig nach abwärts, und beim Ausathmen wieder aufwärts.

b. Einfluss der Nerven auf das Athmen.

Die Athembewegungen sind sehr zusammengesetzt, und dem Wirkungskreise sehr verschiedener Nerven unterworfen. Gleichwohl ist die Quelle der gemeinschaftlichen Thätigkeit dieser Nerven eine und dieselbe. Die Athembewegungen bestehen 1) aus Bewegungen im Gesichte, die sich aber nur selten rhythmisch äussern, wie die Erhebung und Senkung der Nasenflügel, die Anstrengung mehrerer Gesichtsmuskeln beim Athmen. Diese Bewegungen erfolgen bei unwillkürlichen heftigen Athembewegungen, und bei grosser Schwäche selbst mit, sie sind von dem *Nervus facialis* abhängig, den Charles Bell den Athemnerven des Gesichtes nennt. 2) Erweitern der Stimmritze beim Einathmen, Verengern derselben beim Ausathmen. Diese Bewegung ist ganz von dem *Nervus vagus* (und *accessorius*) und zwar von seinen beiden Kehlkopfästen, *Nervus laryngeus superior et inferior seu recurrens* abhängig. 3) Erweiterung der Brust beim Einathmen. *Nervi spinales.* 4) Zusammenziehung des Zwerchfelles beim Einathmen. *N. phrenicus.* 5) Endlich Zusammenziehung der Bauchmuskeln beim Ausathmen. *Nervi spinales.* Wir sehen, dass zu dem System der Athemnerven der *Nervus facialis, vagus, accessorius,* und viele Spinalnerven, die sich in den Rumpfmuskeln verbreiten, gehören. Jeder dieser Nerven hat seinen verschiedenen Wirkungskreis, und es kann der eine ohne den andern vernichtet werden. Die

Durchschneidung jedes dieser Nerven hebt seinen Antheil an den Bewegungen auf. Aber die Vernichtung der *Medulla oblongata* hebt alle Athembewegungen zu gleicher Zeit auf, auch die Wirkung derjenigen Nerven, welche von dem Rückenmark entspringen. Das Rückenmark verhält sich zu dieser Quelle der Athembewegungen gleichsam als Stamm der Nerven, die von ihm abgehen. Durchschneidet man das Rückenmark oberhalb des Abgangs der Dorsalnerven, so werden die Bewegungen der Rippen und der Bauchmuskeln gelähmt, die anderen Bewegungen dauern fort. Durchschneidet man das Rückenmark über dem Zwerchfellsnerven, so wird auch dieser mit unthätig, während die von der *Medulla oblongata* selbst abgehenden Nerven noch wirksam sind. Die unter der Verletzung abgehenden Nerven sind zwar noch wirksame Erreger der Bewegung, wenn man sie einzeln reizt, aber sie können nicht mehr von der gemeinsamen Quelle aller gleichzeitigen unwillkürlichen und willkürlichen Athembewegungen aus bestimmt werden. Mit der Verletzung der *Medulla oblongata* hören alle Athembewegungen zugleich auf, sowohl diejenigen, die vom *N. vagus* abhängen, als die des Rumpfes.

Legallois hat dieses Verhältniss gezeigt; er hat bewiesen, dass keine anderen Theile des Gehirns die Quelle der Athembewegungen sind, und dass man bei einem Thiere das Gehirn von vorn nach hinten allmählig abtragen kann, bis bei Verletzung der *Medulla oblongata*, an einer dem Abgange des *Nervus vagus* entsprechenden Stelle, alle Athembewegungen zu gleicher Zeit aufhören. Deswegen ist auch die *Medulla oblongata* gleichsam der vulnerabelste Theil, wenigstens derjenige, dessen Verletzung unter allen Verletzungen der Nerven und der Centraltheile des Nervensystems die gefährlichsten Folgen hat. Eine Verletzung des Rückenmarks unter dem 4. Halsnerven, welche den Ursprung des *N. phrenicus* nicht betheiligt, lässt auch noch das Athmen zu. Auch athmet ein neugebornes Kind mit völlig zerstörtem Gehirne (*anencephalus*) noch und schreit, wenn nur die *Medulla oblongata* vorhanden ist. Bell, *physiol. path. Untersuchungen d. Nervensystems, übers. v.* Romberg. *Berlin* 1832. *p.* 126. 338. Vergl. Mueller's *Archiv.* 1834. 168.

Die Verletzung des *Nervus vagus* am Halse lähmt die unter der Verletzung des Nerven abgehenden Zweige, also den *Nervus recurrens.* Die Folge davon ist, dass das Thier die Stimme verliert, und die Oeffnung der Stimmritze erschwert wird. Die Stimme kehrt jedoch nach einigen Tagen wieder, weil die Muskeln des Kehlkopfes gemeinschaftlich von dem *Nervus laryngeus superior* und *inferior* versehen werden. Nach Durchschneidung des *Nervus laryngeus superior* und des *recurrens* auf beiden Seiten ist der Kehlkopf ganz gelähmt. Magendie's Behauptung, dass der *Nervus laryngeus inferior* sich nur zu den Muskeln begebe, welche die Erweiterung der Stimmritze bewirken, der *N. laryngeus superior* zu denen, welche die Stimmritze verengern, hat sich bei näherer Untersuchung durch Schlemm und Andere nicht bestätigt. Beiderlei Nerven verbreiten sich in beiderlei Muskeln. Wenn es einen Unterschied in den Functionen beider Nerven giebt, so entsteht er gewiss nur dadurch, dass der *Nervus recurrens* bei seinem

merkwürdigen Verlaufe und seinen Verbindungen mit dem *N. sympathicus, plexus cardiacus* nicht allein Fasern von dem willkürlichen Bewegungsnerven *Vagus*, sondern auch viele Fasern vom *Sympathicus* enthält. Andere tiefe Zweige des *N. vagus*, welche sich viel mit dem *Sympathicus* verbinden, sind keiner Leitung zur willkürlichen Bewegung mehr fähig, wie die der Speiseröhre, des Magens.

Der Anblick eines Menschen, im Zustande aufgeregter Thätigkeit, überzeugt uns, dass die vom Athmen abhängigen Bewegungen fast über den ganzen Körper sich erstrecken, indem sie dann an Bauch, Brust, Hals und Gesicht beobachtet werden. Bell vermuthet, dass ein besonderes System von Fasern in der *Medulla oblongata* und im Rückenmarke die gleichzeitigen und übereinstimmenden Wirkungen der Athemnerven beherrsche. Alle Athemnerven dienen auch vorzugsweise dem Ausdruck der Leidenschaften.

Das respiratorische System von Bewegungen und Nerven wird in vielen Fällen krankhafter Weise gleichzeitig oder in einzelnen Theilen seiner Wirkungssphäre afficirt. Die asthmatischen Nervenaffectionen sind ein Beispiel von convulsivischer Affection des Systems aller Athemnerven. Aber ein Umstand, worauf Bell nicht aufmerksam gemacht hat, und der mir sehr viel Licht über viele Erscheinungen zu verbreiten scheint, ist, dass das System der Athemnerven durch locale Reize in allen Theilen, welche mit Schleimhäuten versehen werden, in krankhafte Thätigkeit zu Erzeugung convulsivischer Bewegungen gesetzt werden kann. Reize auf die Schleimhaut der Nase bewirken Niesen, Reize im Schlund, in der Speiseröhre, im Magen, im Darm bewirken die Concurrenz der respiratorischen Bewegungen zum Erbrechen, heftige Reizung im Mastdarme, in der Urinblase, im Uterus, bewirken die Concurrenz der respiratorischen Bewegungen zum unwillkürlichen Stuhlgang, Harnlassen und zum Austreiben der Frucht. Reize der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen, ja selbst ein Jucken erregender Reiz in der eustachischen Trompete bewirken Husten.

Alle diese Bewegungen, Husten, Erbrechen, krampfhaft unwillkürlicher Stuhlgang, unwillkürliches, mit Zwang verbundenes Harnlassen, werden mit Hülfe der Respirationsbewegungen ausgeführt. Der locale Reiz wirkt hier von der innern Haut der Eingeweide auf die darin sich verzweigenden Aeste des *Sympathicus*, bei Magen, Schlund, Kehlkopf, Lungen auch auf die Aeste des *N. vagus*, in der Nase auf Nasaläste des *N. trigeminus*, und reflectirt sich auf die Quelle der Athembewegungen in der *Medulla oblongata* und auf das Rückenmark, von welchen aus nun die Gruppen der respiratorischen Bewegungen ausgehen, welche Erbrechen, Husten, Niesen u. s. w. bewirken. Reizung der Nasaläste des *N. trigeminus* in der Nase bewirkt Niesen, und selbst dann, wenn die Reizung secundär ist, wenn z. B. der Reiz des Sonnenlichtes auf den Sehnerven zuerst, dieser auf das Gehirn wirkt, das Gehirn eine secundäre Erregung der Nasennerven und gleichzeitig der Athemnerven verursacht. Ich niese, wie viele

Andere, sobald ich helles Sonnenlicht sehe. Reizung des *Vagus* allein in Kehlkopf, Luftröhre, Lungen erregt Husten, Reizung des Schlundastes des *Vagus* und des *Glossopharyngeus* im Schlunde, des *Vagus* im Magen erregt Erbrechen. Wir wollen nun die einzelnen Gruppen dieser sympathischen Respirationsbewegungen durchgehen.

Alle einzelnen Athembewegungen können isolirt ausgeführt werden, und verbinden sich zuweilen zu Gruppen, wie sie in der Regel beim Athmen nicht stattfinden.

Die Zusammenziehung des Zwerchfells, verbunden mit den Athembewegungen zum Ausathmen, findet beim gewaltsamen Austreiben eines Körpers aus Theilen der Bauchhöhle, willkürlich oder unwillkürlich statt, z. B. willkürlich beim Stuhlgang und Harnlassen, unwillkürlich beim Erbrechen, Gebären, unwillkürlichen Stuhlgang nach zu langem Zurückhalten der Excremente und beim unwillkürlichen Harnlassen nach zu langem Zurückhalten des Harns. Sowohl der Schlund als Magen, als Mastdarm, die Urinblase, der Uterus, alle diese Theile stehen durch ihre Nerven in einem solchen Zusammenhang mit den Gehirn- und Rückenmarksnerven, dass jeder heftige Reiz in Schlund, Magen, Mastdarm, Urinblase, Uterus nicht bloss die Zusammenziehung dieser Theile, sondern auch die Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Zwerchfells verursacht zum Austreiben des Reizes nach oben oder nach unten. Diese Wirkung geschieht durch Reflexion der Reizung von Aesten des *Nervus vagus* im Schlunde und Magen auf das Gehirn und von sympathischen Zweigen des Magens auf das sympathische System und auf Gehirn und Rückenmark, durch Reflexion der Reizung von Nerven des Mastdarms, des Uterus, der Urinblase, theils sympathischen Nerven, theils Aesten der Sacralnerven auf das Rückenmark. Bei allen jenen Bewegungen zum Austreiben eines Theiles nach oben oder nach unten, wird die Stimmritze eine Zeitlang verschlossen.

Für die Genesis des Erbrechens ist eine Beobachtung von mir sehr instructiv, dass, wenn man bei einem Kaninchen die Unterleibshöhle öffnet, und den *N. splanchnicus* (an der innern Seite der Nebenniere) auf der linken Seite blosslegt, diesen Nerven mit einer Nadel zerrt, öfter eine Zuckung der Bauchmuskeln entsteht. Beim Hunde habe ich diess nicht wieder gesehen.

Beim *Husten* wird die Reizung des *N. vagus* in Kehlkopf, Luftröhre, Lungen auf die *Medulla oblongata* verpflanzt. Die *Medulla oblongata* erregt darauf Zusammenziehung der Stimmritze, mit krampfhaften Exspirationsbewegungen der Brust- und Bauchmuskeln, wobei in jeder Exspirationsbewegung die vorher geschlossene Stimmritze sich etwas öffnet, und ein lauter Ton entsteht. Das Zwerchfell hat mit dem Husten nichts zu thun, als dass zuweilen vor dem Husten ein tieferes Einathmen erfolgt. Nach Krimer (*Untersuchungen über den Husten*) und Brachet kann man nach Durchschneidung des *Nervus vagus* auf beiden Seiten bei einem Thiere keinen Husten mehr durch heftige Reizung der innern Fläche der Luftröhre erregen. Nach Durchschneidung des

N. sympathicus am Halse kann man nach Krimer allerdings noch Husten erregen.

Wir sind im Stande, den Eingang in den Kehlkopf nicht bloss durch die Schliessung der Stimmritze, sondern selbst im Rachen von dem Nasenkanal und Mundkanal abzuschliessen. Diess geschieht durch die von Dzondi entdeckte Annäherung der hinteren Gaumenbogen, die sich fast gleich zwei von der Seite sich nähernden Vorhängen aneinander legen, und durch Anlegen des hintern Theils der Zunge gegen dieses *Planum inclinatum.* Diese Bewegung geht jedesmal dem Niesen vorher. Dadurch unterscheidet sich das Niesen vom Husten, bei dem vor der Explosion nur die Stimmritze geschlossen ist, nicht aber zugleich die Gaumenmuskeln contrahirt sind.

Das *Niesen* ist eine heftige plötzliche Zusammenziehung der Exspirationsmuskeln, nachdem die Luftgänge vorher vorn abgeschlossen waren. Diese Verschliessung ändert sich im Moment der heftigen Exspiration in ein plötzliches Oeffnen des Mundganges und Nasenkanales zugleich, oder des Nasenkanales allein. Mit dem Zwerchfelle, das so viele ältere und neuere Autoren nach dem Volksglauben eine Rolle spielen lassen, hat das Niesen gar nichts zu thun. Das Zwerchfell ist kein *Musculus exspiratorius*, und nur bei dem, dem Niesen vorhergehenden, tiefen Einathmen ist das Zwerchfell thätig.

Die weitläufigen Nervensympathien zur Erklärung des Niesens sind unnöthig und unstatthaft. Bei der falschen Supposition, dass das Niesen durch das Zwerchfell erfolge, liess man die Reizung des Nasalnerven auf den tiefen Zweig des *N. vidianus* und auf den *sympathicus*, und von dort auf die Halsnerven und den *N. phrenicus* sich fortpflanzen. Da nicht das Zwerchfell, sondern die Exspirationsmuskeln den Akt des Niesens (mit vorhergehender Abschliessung des Mund- und Nasenkanals) bewirken, so ist es am einfachsten, als Vermittler zwischen den Nasalästen des Trigeminus, den Exspirationsmuskeln und den Muskeln des Gaumensegels, die *Medulla oblongata* selbst anzusehen, nach Analogie der sympathischen Bewegung der Iris durch den Lichtreiz. Denn hier wirkt, wie es sich deutlich zeigen lässt, der Lichtreiz weder unmittelbar auf die Ciliarnerven, noch von der Netzhaut auf die Ciliarnerven. Die Sympathieen eines grossen Theils von Nerven mit einer örtlichen Reizung durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarks, werden sehr gut erläutert durch die bei der Narkotisation eines Thiers erfolgenden Erscheinungen, wo eine leise Berührung auf der Haut schon allgemeine tetanische Krämpfe erzeugt. Ich verweise auf den spätern Abschnitt von den Bewegungen nach Empfindungen in der Nervenphysik.

Das *Gähnen* ist eine tiefe und langsame Inspiration und Exspiration mit Antheil der Respirationsmuskeln des Gesichts, die vom *Facialis* abhängig sind. Der Mund wird dabei weit geöffnet, eine Bewegung, die auch vom *N. facialis* durch den *Musc. digastricus* beherrscht wird. Das Gähnen erfolgt gewöhnlich nach einer Ermüdung, besonders leicht und häufig bei Menschen mit gereiztem und geschwächtem Nervensysteme, auch bei der Schläf-

rigkeit, bei dem Eintritte eines Fiebers. Dass es von Hindernissen im kleinen Kreislauf entstehe, scheint mir eine durchaus falsche Supposition.

Lachen und *Weinen* sind auch mit Affectionen der Respirationsnerven, im Gesichte und am Rumpfe verbunden.

Das *Schluchzen* ist eine wahre Zwerchfellsaffection, ein abruptes Einathmen bloss durch das Zwerchfell; zuweilen zieht sich das Zwerchfell zusammen, während die Stimmritze zugleich geschlossen ist. Das Schluchzen entsteht meist durch Druck auf Schlund, Speiseröhre beim Verschlingen zu grosser Bissen, oder bei zu schneller Aufeinanderfolge der Verschlingungen. Häufig ist es ein Zeichen von Nervenaffection. Nach Krimer soll man das Schluchzen bei Thieren durch Reizen und Drücken des linken Magenmundes hervorbringen können.

Alle Athembewegungen erfolgen ausser dem Einfluss des Willens unwillkürlich, und sind doch auch innerhalb einer gewissen Grenze dem Willen unterworfen. Sie erfolgen, ohne dass wir es wissen, im Schlafe und zu anderer Zeit in beständigem Rhythmus; häufig als blosse periodische Inspirationen, in deren Zwischenzeiten die Theile wieder durch die Elasticität sich verengern, häufig auch als abwechselnde Inspirations- und Exspirationsbewegungen. Sind die Lungen zum Theil zerstört, oder mit Blut überfüllt, so kann in gleichen Zeiten viel weniger geathmet werden, und die Athembewegungen sind dann in gleichem Grade schneller. Die Athembewegungen sind insofern dem Willen unterworfen, als wir den Eintritt der einzelnen Athemzüge, aber nur innerhalb einer gewissen Grenze, willkürlich bestimmen, dieselben verkürzen, verlängern, verschieben, und die Athembewegungen auf einzelne Gruppen der Respirationsmuskeln beschränken können, indem wir z. B. bald mit den Brustwänden, bald mit dem Zwerchfelle, bald mit beiden zugleich die Inspirationsbewegung machen. Diese Willkür üben wir wie bei fast allen Bewegungen, die von Gehirn- und Rückenmarksnerven abhängig sind, aus, und die Willkür dauert so lange, als die entsprechenden Nerven noch mit dem Gehirne und Rückenmark in Verbindung stehen. Bei dem Fötus fehlen die Athembewegungen bis nach der Geburt. In dem Fötuszustande ist auch die Luftröhre und der Kehlkopf in einem unempfindlichen Zustande, da der *Liquor amnii* nach Scheel's Untersuchungen in beide eindringt, während beim Erwachsenen die geringste Flüssigkeit an der Stimmritze heftige Bewegungen erzeugt. Ueber die Ursachen des ersten Athmens ist ausführlich in dem Capitel von den unwillkürlichen Bewegungen im zweiten Bande gehandelt.

Die Zerschneidung des *Nervus recurrens* auf beiden Seiten ist bei jungen Thieren oft tödtlich, wie Legallois fand; bei erwachsenen Thieren ist sie es nicht. Die Zerschneidung eines *Nervus vagus* ist nicht tödtlich, aber die gleichzeitige Zerschneidung beider *Nervi vagi* ist immer tödtlich, der Tod erfolgt innerhalb mehrerer Tage. Die Ursachen des Todes nach dieser Operation haben die Physiologen seit Rufus Ephesius und Galenus beschäftigt, in der neuern Zeit hat man diese Untersuchungen

gründlicher angestellt, aber man kann immer noch nicht sagen, durch welche Entziehung zunächst diese Verletzung tödtet. Die Athembewegungen sind davon grösstentheils unabhängig. Der *Nervus recurrens* wird zwar dabei und also die Muskeln des Kehlkopfes halb gelähmt; allein man weiss, dass die Durchschneidung der *Nervi recurrentes* keinen tödtlichen Erfolg hat.

Dupuytren (*Biblioth. méd.* 17.) fand, dass ein Pferd, dessen beide *Nervi vagi* durchschnitten waren, innerhalb einer Stunde, ein Hund innerhalb 2—3 Tagen stirbt, und dass der Tod mit immer zunehmenden Beschwerden der Respiration erfolgt. Das Blut in den Carotiden war allmählig dunkler geworden. Hieraus schloss man, dass der chemische Process des Athmens durch jene Verletzung aufgehoben werde. Diese Ansicht war indess schon darum verdächtig, weil das Blut schon ausser dem thierischen Körper die beim Athmen gewöhnliche Farbenveränderung erleidet. In Hinsicht der Kritik dieser Beobachtungen verweise ich auf die unten angeführten vortrefflichen Abhandlungen von Emmert, welche die vollständigste Zusammenstellung der früheren Versuche enthalten.

Bald zeigte auch Blainville (*Nouv. bullet. de la soc. philom.* 1808.) durch Versuche an Vögeln, dass diese nach Durchschneidung der *Nervi vagi* eben so viel Sauerstoffgas verzehren und Kohlensäure absondern, als im gesunden Zustande, dass die Farbe des Bluts sich eben so noch in den Lungen verändert. Die Vögel leben nach dieser Operation noch ziemlich lange, 6—7 Tage, Kaninchen sterben schon nach circa 7 Stunden. Die Vögel sollten nach völliger Abzehrung sterben. Daher Blainville die Ursache des Todes in der Störung der Verdauung sucht, was jedenfalls schon nicht auf die Kaninchen und Säugethiere überhaupt passt. Ich konnte keine Abmagerung bei Gänsen wahrnehmen, denen der *Vagus* auf beiden Seiten durchschnitten war.

Nach Emmert's Versuchen an Kaninchen (Reil's *Archiv* 9. 380.; 11. 117.) wird das Athmen nach jener Operation seltener, langsamer, beschwerlicher. Diese Erscheinung ist ganz constant, und es ist in der That sehr interessant zu sehen, wie von dem Moment an, wo beide Nerven durchschnitten sind, die Athemzüge tief und langsamer werden. Emmert fand die Umwandlung des Blutes in den Lungen nicht sehr verändert, er leitet den Tod der Thiere zum Theil von der Lähmung der eigenthümlichen Bewegung der Bronchien ab. Emmert hat zugleich darauf aufmerksam gemacht, dass der sympathische Nerve und der *N. vagus* unter den Säugethieren nur bei den Kaninchen am Halse getrennt sind, dass sich aber bei den meisten Säugethieren der *N. sympathicus* bald nach dem Austritt aus dem *Ganglion cervicale supremum* mit dem *N. vagus* verbindet, und dass man daher den *N. vagus* nicht ohne den *N. sympathicus* unterbinden oder durchschneiden kann *).

*) Nach Bischof hängt der *N. sympathicus* nur beim Schwein, Kaninchen, Maulwurf, Waldmaus nicht mit dem *Vagus* fest zusammen. *Nervi accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.; auch nicht beim Stachelschweine nach meiner Beobachtung.

Emmert erklärte nun den verschiedenen Erfolg der Versuche von Dupuytren, Blainville und Andern von der Durchschneidung beider Nerven oder des einen nach den verschiedenen Thieren, welche angewandt wurden. Von Dupuytren waren beim Pferde beide Nerven, in Emmert's Versuchen an Kaninchen, und Blainville's Versuchen an Kaninchen und Vögeln war dagegen bloss der *N. vagus* durchschnitten worden. Dass indess diess keinen besondern Einfluss haben kann, geht aus v. Pommer's Versuchen hervor, nach welchen die Durchschneidung des *Nervus sympathicus* auf beiden Seiten bei Thieren am Halse ganz ohne wichtige Folgen ist. Diese Versuche wurden bei Kaninchen und Hunden, bei letzteren so gemacht, dass die Scheide, welche den *Sympathicus* und *Vagus* einschliesst, geöffnet, und der *Sympathicus* allein durchschnitten wurde. Die Thiere zeigten bis zur 7. und 8. Woche, so lange sie beobachtet wurden, keine wichtige Veränderung. Vergl. pag. 162.

Nach Provençal (*J. gén. de méd.* 37. 1810. *Janv.*) hört der chemische Process des Athmens nach jener Operation nicht auf, wird aber vermindert. Er fand, dass die Thiere weniger Sauerstoffgas verzehren und weniger Kohlensäure bilden, und dass die thierische Wärme abnimmt. Legallois, der bereits gefunden hatte, dass ein Thier um so kürzere Zeit ohne Respiration ausdauert, je älter es wird, fand auch, dass nach der Durchschneidung der *Nervi vagi* der entgegengesetzte Fall eintritt. Ein neugeborner Hund stirbt nach jener Operation schon in ½ Stunde, während sie ein erwachsener Hund 1—2 Tage überlebt, wie denn bei jungen Thieren selbst die Durchschneidung der *Nervi recurrentes* in ½ Stunde tödtet, so dass bei jungen Thieren die Ursache des schnellen Todes nach der Durchschneidung der *Nervi vagi* die gleichzeitige Lähmung der von ihnen abgehenden *Nervi laryngei inferiores* und die Paralyse der Muskeln des Kehlkopfes zu seyn scheint. Daher auch die Tracheotomie das Leben etwas verlängert. Legallois überzeugte sich auch, dass die Stimmritze, die sich beim Einathmen erweitert, bei jungen Thieren nach dieser Operation sich fast gänzlich schliesst. Er fand nach der Durchschneidung der *Nervi vagi* eine Ergiessung einer blutig serösen schäumigen Flüssigkeit in den Lungen, welche die von der Lähmung der Muskeln zur Erweiterung der Stimmritze herrührende Athembeschwerde vergrössert. Beide Ursachen, welche sich bei der Durchschneidung der *Nervi vagi* vereinen, scheinen hier die endliche Suffocation und den Tod zu bewirken, der nach der blossen Durchschneidung der *Nervi recurrentes* bei erwachsenen Thieren nicht erfolgt.

Nach Dupuy sterben Pferde und Schafe nach der Durchschneidung der *Nervi vagi* in einer Stunde, wenn aber die Tracheotomie gemacht worden, nach mehreren Tagen. Hier ist gleichsam die Wirkung der Lähmung der *Nervi recurrentes* getrennt von der Wirkung der Lähmung der Pulmonalzweige der *Nervi vagi*. Indess glaubt Dupuy, dass die Lähmung der Lungen nicht allein durch die Ergiessung von Flüssigkeiten, sondern auch durch vermindertes Athmen Suffocation bewirke. Die Ursache

der Ergiessung von Flüssigkeiten aus den Lungengefässen in die Lungenzellen und die Bronchien ist übrigens leicht aus den p. 200. angestellten Betrachtungen einzusehen.

Nach Krimer soll nach der Durchschneidung der *Nervi vagi* eine Ergiessung von Faserstoff in die Lungenzellen erfolgen, was, wenn es richtig, eine Thatsache von Wichtigkeit wäre.

Mayer (Tiedem. *Zeitschr. für Physiol.* 2. 74.) beobachtete als eine constante Erscheinung nach zahlreichen Versuchen über die Unterbindung und Durchschneidung des *N. vagus*, dass, wenn der Tod längere Zeit nach der Operation erfolgt, in dem Blute der Lungen und des Herzens sich feste weisse Coagulationen vorfinden, welche die Arterien und Venen der Lungen, so wie auch die Höhlen des Herzens ganz ausfüllen. Diese Coagulationen sind noch weich und bestehen aus schwarzem Gerinnsel, wenn der Tod bald nach der Unterbindung oder Durchschneidung des *N. vagus* eintritt; aber wenn der Tod erst nach 48 Stunden oder später eintritt, so sind diese Coagulationen weiss. Diese Beobachtungen sind sehr interessant. In 4 Versuchen, bei 2 Hunden und 2 Kaninchen, die unter meiner Leitung angestellt wurden, fanden sich nach *Durchschneidung* der *Nervi vagi*, als die Thiere ganz unmittelbar nach dem erfolgten Tode untersucht worden, nur 2 Mal im linken Herzen ein erbsengrosses Coagulum, keines in den Lungengefässen. Eine zweite Erscheinung und Ursache des Todes, die zwar nicht immer nach dieser Operation, aber doch häufig eintritt, ist nach Mayer das Hineintreten von aus dem Magen regurgitirtem Futter durch die ohnehin mehr erschlaffte und unempfindliche Glottis in die Luftröhre und Bronchien. Nach Mayer wird nach der Operation der Herzschlag viel schneller, die Respiration immer langsamer.

Reiht man Alles zusammen, was die verschiedenen Beobachtungen ermittelt, so tödtet die Unterbindung oder Durchschneidung des *Nervus vagus* durch den Zusammenfluss verschiedener, zuletzt Suffocation herbeiführender Umstände. Diese sind:

1. Die unvollkommene Lähmung der Bewegungen zur Veränderung der Stimmritze.
2. Die Exsudationen in den Lungen.
3. Der veränderte chemische Process in den Lungen.
4. Die von Mayer beobachtete Gerinnung des Blutes in den Gefässen. Vergleiche über diesen Gegenstand: Lund, *Vivisectionen p.* 222—243.

II. Abschnitt. Von der Ernährung, vom Wachsthum und von der Wiedererzeugung.

II. Capitel. Von der Ernährung.

a. Process der Ernährung.

Die Ernährung ist kein Gegenstand mikroskopischer Beobachtung. Doellinger und Dutrochet wollen zwar bemerkt haben, dass Blutkörperchen in den Capillargefässen ihre Beweglichkeit verlieren und sich mit der Substanz verbinden. Ich habe auch öfter ein Stocken der Blutkörperchen beobachtet; allein fortgesetzte Beobachtungen haben mich gelehrt, dass im Zustande der kräftigen Gesundheit eines Thiers die Blutkörperchen in den mikroskopisch untersuchten Theilen immer aus den Arterien in die Venen übergehen, und die Theorie der Ernährung durch Aggregation der Blutkörperchen oder der Kerne der Blutkörperchen ist entschieden falsch.

Die Blutkörperchen sind viel grösser als die mehrsten Fasern im thierischen Körper dick sind, beim Frosch z. B. 5—8mal breiter als Muskelfasern, auch viel dicker als die Fasern des Bindegewebes.

Die Blutkörperchen sind Zellen, wie die primitiven Bildungstheile aller Gewebe beim Embryo, sie gleichen anfangs den übrigen Zellen des Embryo völlig, aber diese Aehnlichkeit verschwindet bald, kein Gewebe ist aus eigentlichen Blutkörperchen zusammengesetzt, wiewohl mehrere aus Zellen bestehen. Prevost und Dumas und Edwards hielten die Kerne der Blutkörperchen für die Elemente der Fasern. Man weiss indessen jetzt, dass die Fasern selbst aus Zellen auswachsen, theils nämlich durch Verlängerung von Zellen in Fasern wie die Fasern des Bindegewebes, theils durch Ablagerung im Innern von Zellen, die sich zu Röhren verbunden haben, wie die Muskelfasern und Nervenfasern. Solche Fasern bestehen niemals aus einer Aggregation von Kügelchen.

Ob der rothe Farbestoff der Blutkörperchen auch an Organe, die Farbestoff zu enthalten scheinen, wie die Muskeln, etwas abgebe, indem davon etwas aufgelöst wird, oder ob die Muskeln den Stoff, der sich an der Luft stärker röthet, selbst bilden, ist ungewiss. Jedenfalls sind die Blutkörperchen selbst als ganze Körperchen keine Materiale der Ernährung durch Aggregation derselben. Sie gehen beständig aus den Arterien in die Venen über. Ihre Wirkung in der thierischen Oekonomie ist gewiss äusserst wichtig, sie erleiden die beim Athmen stattfindende Veränderung, sie werden beim Durchgange durch die Capillargefässe des Körpers wieder dunkelroth. Sie sind hier in einer Wechselwirkung mit den Partikeln der Organe, welche sie dunkelroth macht, während die Blutkörperchen doch nur an den Organtheilchen vorübergehen. Sie erleiden bei jedem Circuitus innerhalb

3 Min. (p. 153.) ein Mal die hellrothe Färbung in den Lungen, ein Mal die dunkelrothe in den Capillargefässen des Körpers, sie werden in 24 Stunden circa 480 Mal hellroth und dunkelroth. Sie üben im hellrothen Zustande auf die Organe, und namentlich auf die Nerven, einen zum Leben nothwendigen Reiz aus. Dieser Reiz ist aber von der Zuführung neuen Stoffes durch die Ernährung ganz verschieden.

Die Capillargefässe verbreiten sich zuletzt nicht mehr auf den Primitivfasern der Muskeln, der Nerven; dazu sind diese zu klein, sie sind ja dünner als die Capillargefässe von 0,00020—0,00050 P. Z. Durchmesser. Der Stoffwechsel kann daher nur durch die Capillargefässwände hindurch geschehen. Diese Ernährung durch die Capillargefässwände hindurch geschieht aus aufgelösten Theilen des Blutes, während die unaufgelösten Blutkörperchen sichtbar aus den Arterien in die Venen übergehen. Die wichtigsten Materiale der Ernährung sind offenbar das Eiweiss und der aufgelöste Faserstoff. Ein Theil derselben kann die Wände der Capillargefässe durchdringen, sie tränken die Zellen und Fasern der Gewebe, und die Lymphgefässe führen die zur Ernährung überflüssigen Theile des in die Partikeln der Organe eindringenden aufgelösten Faserstoffs und Eiweisses aus den Geweben wieder ab, ins Blut. Hier ist nun von Wichtigkeit, zu wissen, dass die Capillargefässe selbst noch Wandungen haben, was pag. 175. bewiesen worden. Nichts kann zu den Organtheilen aus dem Blute und von jenen ins Blut, ohne im aufgelösten Zustande die Capillargefässe zu durchdringen. Die auf den ersten Blick zur Erklärung der Ernährung leichtere Vorstellung, dass das Blut in den Capillargefässen nur in Aushöhlungen der Substanz fliesse, zeigt sich bei näherer Untersuchung unstatthaft. Dagegen sind die für Aufgelöstes durchdringlichen Wände der Capillargefässe auch kein Hinderniss für die Anziehung der aufgelösten Theile des Blutes.

Die Ernährung geschieht nun, indem die kleinen Bildungstheile der Organe und Gewebe, die primitiven Zellen derselben oder die aus Zellen entstandenen Fasern die aufgelösten Theile des Blutes anziehen und auch wohl Stoffe an das Blut abgeben. Alle Gewebetheilchen des erwachsenen Organismus gleichen entweder den einfachen primitiven Zellen des Embryo, oder sind aus Zellen ausgewachsen, wie die Fasern des Bindegewebes, und sind also dann immer noch Aequivalente von Zellen, oder sind aus der Verschmelzung vieler Zellen entstanden, wie die primitiven Muskelbündel und Nervenröhren, und sind also dann Aequivalente von vielen Zellen. Siehe hierüber die im 2. Bande bei der Entwickelungsgeschichte angeführten Beobachtungen von Schwann. Die Assimilation ist daher in allen Geweben eine Thätigkeit der primitiven Zellen, aus welchen der Embryo gebildet worden, oder von Aequivalenten dieser Zellen.

Die primitiven Zellen oder ihre Aequivalente ziehen ihnen chemisch ähnliche aber noch flüssige Stoffe aus dem Blute an, oder verwandeln sie so, dass sie ihnen gleich werden, und eignen sie ihrer eigenen Substanz an, wobei sie der Kräfte der be-

lebten Zellen, Fasern u. s. w. theilhaftig werden. Der Nerve bildet Nerven-, der Muskel Muskelsubstanz, selbst die organisirten pathologischen Producte assimiliren. Die Hautwarze vergrössert sich, das Geschwür ernährt seinen Boden, seine Ränder auf die für eine bestimmte Lebensart und Absonderung nöthige Weise, und die Umwandlung der Nahrungsmateriale in ein krankhaft producirendes Organ kann zum Ruin des Ganzen werden.

Ausser der Assimilation haben die primitiven Zellen auch die Eigenschaft, ihren Inhalt selbst zu mischen und zu verwandeln, der häufig von der Substanz der Zellenwände gänzlich verschieden ist. So lagert sich Stärkemehl in den Zellen der Pflanzen, Fett in manchen Zellen der Thiere ab.

Die näheren Bestandtheile der Organe sind zum Theil schon im Blute vorhanden, das Eiweiss, das in so vielen Theilen, wie im Gehirne und in den Drüsen, in der Zusammensetzung so vieler anderen Gebilde im mehr oder weniger modificirten Zustande vorkommt, ist in dem Blute schon vorhanden, der Faserstoff der Muskeln und musculösen Theile ist die gerinnbare, im Blute und in der Lymphe aufgelöste Materie, das stickstofflose Fett findet sich im freien Zustande in dem Chylus, das stickstoff- und phosphorhaltige Fett des Gehirns, der Nerven, ist im Blute schon vorhanden, und mit dem Faserstoffe, Eiweiss und Cruorin gebunden. Das Eisen der Haare, des schwarzen Pigmentes und der Crystalllinse findet sich schon im Blute vor, die Kieselerde und das Mangan der Haare, das Fluorcalcium der Knochen und Zähne sind, wegen ihrer geringen Menge vielleicht, im Blute noch nicht entdeckt worden. Diese Materien werden von den Bildungstheilen der Organe, worin sie vorkommen, theils aus dem Blute als Aehnliches ausgezogen, theils werden die näheren Bestandtheile der Organe neu zusammengesetzt; denn unmöglich lässt sich die Ansicht durchführen, dass alle Bestandtheile der Organe schon als solche im Blute vorhanden sind, vielmehr zeigen die organischen Substanzen oft ganz eigenthümliche Materien, wie der Leim der Knochen, der Sehnen, der Knorpel, die Substanz des Horns, des elastischen Gewebes, wovon sich im Blute kein Analogon zeigt.

Es giebt manche Stoffe, welche die Assimilation vermindern, indem sie entweder die Theilchen der Organe oder des Blutes verändern. Die Jodine z. B. beschränkt bei längerem Gebrauche auffallend die Ernährung. Die Neutralsalze, die Mercurialien, der *Tartarus stibiatus* und andere beschränken die Assimilation. Diese Mittel verändern zum Theil zunächst das Blut, wie es z. B. bei den kühlenden Salzen offenbar ist, welche selbst dem aus der Ader gelassenen Blute zugesetzt seine Fähigkeit zu gerinnen aufheben, also die Natur des Faserstoffs verändern; hierdurch werden diese Mittel auch zur Beschränkung der Entzündung wichtig.

Zuweilen ist die Ausbildung der Säfte, des Chylus und des Blutes fehlerhaft, entweder durch Bildung fehlerhafter Nahrungsstoffe, oder durch die Wirkung eines eingeimpften Krankheitsstoffes, wie bei der Syphilis. In allen diesen Fällen, wenn die Säfte fehlerhaft sind, leidet auch die Assimilation. Es entstehen Ablagerungen fehlerhafter Stoffe, Entzündungen, Geschwüre, wie

bei der Scrophelsucht, Arthritis, Lepra, Herpes, Scorbut, Syphilis u. s. w. Alle diese unter sich äusserst verschiedenen Krankheiten, welche man Dyskrasien nennt, haben das gemein, dass sie sich durch Ausscheidungen krankhafter Stoffe auf der Haut, durch Ausschläge und Geschwüre der Haut, oft durch Geschwüre in Schleimhäuten, im höchsten Grade durch Degenerationen der Knochen äussern.

In mehreren dieser Krankheiten ist das lymphatische System, die Lymphgefässe und Lymphdrüsen, besonders mit afficirt. Von dem gewöhnlichen Gesichtspunkte, dass die Lymphgefässe bloss eben zur Aufsaugung dienen, lässt sich diess Leiden des lymphatischen Systems bei mehreren dieser Krankheiten, besonders bei der Scrophelsucht, nicht recht verstehen. Wenn man aber weiss, dass die Lymphe (ausser den Lymphkügelchen) ganz mit dem *Liquor sanguinis* (ohne die Blutkörperchen) übereinkommt, und dass die Lymphe Blut ohne rothe Körperchen ist, indem, wenn man weiss, dass die Lymphgefässe den bei der Circulation theilweise in die Partikeln der Organe eindringenden *Liquor sanguinis* wieder, so viel zur Ernährung überflüssig ist, abführen: so sieht man leicht ein, dass die Veränderungen in der Mischung des *Liquor sanguinis* nicht allein die Capillargefässe irritiren und Entzündung in den Capillargefässen erregen müssen, sondern dass eine und dieselbe Flüssigkeit auch wieder in den lymphatischen Gefässen Irritation erzeugen muss. Daher mangelhafte Bereitung des Blutes, chemische Veränderungen in der Mischung des Blutes nothwendig auch in vielen Fällen Krankheitserscheinungen in den kleinsten Blutgefärsen und im lymphatischen Systeme erzeugen müssen, welches zugleich, wie wir pag. 219. gesehen haben, so vielen Antheil an der Umwandlung des Eiweisses in aufgelösten Faserstoff hat. Alle andere im Blute aufgelösten Theile, Salze, ihre fehlerhafte Mischung müssen auch wieder auf den Zustand der Lymphgefässe Einfluss haben. In denjenigen Krankheiten, in welchen die aufgelösten Theile des Blutes weniger fehlerhaft gebildet sind, als der Cruor oder die Blutkörperchen, welche nicht in die Lymphgefässe eingehen, werden auch weniger Krankheitserscheinungen in dem lymphatischen System auftreten, wie im Scorbut.

Die Ernährung aller Theile nach dem Urbilde des Ganzen setzt eine Fortdauer der Kraft voraus, die alle Unterschiede, alle Organe zuerst als Glieder des Ganzen oder Theile des Begriffes erzeugt, jener Kraft, welche in dem Keime vor der Erzeugung der Organe vorhanden ist, wenn der Keim noch das thierische Wesen *potentia* ist, welches *actu* bei der Entwicklung seine Organe erzeugt, erneut und erhält. Die Ernährung ist also gleichsam die fortdauernde Wiedererzeugung aller Theile durch die Kraft des Ganzen. Alle Organe sind bis zum Zerfallen des Ganzen zum Zusammenwirken aller assimilirenden Theile von der einen organisirenden Kraft des Ganzen beherrscht, deren Wirkungen wir durch Ausgleichung feiner materieller Veränderungen in den Krankheiten als Heilkraft der Natur bewundern, während die Herstellung verlorner organisirter Theile in den meisten Fällen

nach der ersten Zeugung ihr unmöglich ist. Vergl. *Prolegomena* pag. 21.

In einigen Krankheiten zeigt sich eine solche fehlerhafte Bildung und Organisation der thierischen Materie, dass die Assimilation zu den Gewebetheilchen der Organe in einzelnen Theilen ganz aufgehoben wird, und wegen des Vorwaltens fremdartiger Affinitäten nur Afterbildungen entstehen, wie bei dem Krebs und Markschwamme. Auch diese Gebilde bestehen zwar nur aus Structuren, welche dem Organismus homolog sind, nämlich aus primitiven Zellen, solchen, wie sie den ganzen Embryo aufbauen, aber diese Bildungstheile wandeln sich nicht in die einem bestimmten Organe zukommenden Gewebe um, sondern wuchern in einer Art von Hemmungsbildung fort, während sie ebenso wenig ausdauern, sondern einer baldigen Zersetzung entgegengehen.

Wechsel der Materie.

Mit dem Leben ist ein beständiger Wechsel der Materie verbunden. Diess zeigt das Bedürfniss der Nahrungsstoffe im Verhältniss der Ausscheidungen. Nun frägts sich aber, wechseln die Bestandtheile der Säfte, oder wechseln selbst die Materien der organisirten Theile?

1. *Wechsel der Materie in den Säften.* Es liegt am nächsten, den Wechsel der Materie zunächst in den Säften anzunehmen, und zu behaupten, dass dieser tägliche Umtausch von mehreren Pfunden Nahrung gegen mehrere Pfunde zersetzter Stoffe, die mit der Hautausdünstung, beim Athmen, mit dem Harnabgang u. s. w. verloren gehen, bloss innerhalb der Säfte vor sich gehe, während die organisirten Theile selbst daran wenig Antheil nehmen. Die Säfte erleiden, indem sie zur Unterhaltung des Lebens dienen, beständige Zersetzungen, und man kann hierin die thierische Maschine mit einer andern Maschine, z. B. Dampfmaschine, vergleichen, welche eine gewisse Quantität Brennmaterial zur Erzeugung der Wasserdämpfe erfordert, durch welche sie wirksam ist. Dass der Wechsel der Säfte am grössten ist, ist auch unzweifelhaft, und in der That kann man annehmen, dass die Zersetzung einer gewissen Quantität der Säfte bei der Unterhaltung des Lebens die Ausscheidung der zersetzten Stoffe, und die Zufuhr der neuen Nahrungsstoffe nöthig machen.

2. *Wechsel der Materie in den organisirten Theilen.* In den Gebilden des Nervensystems sind uns sichere Kennzeichen eines raschen Stoffwechsels nicht bekannt. Wir wissen nur, dass in dem Alter, wo die Organisation und das Wachsthum des Gehirns am raschesten fortschreitet, der Besitz der Intelligenz an Eindrücken am wenigsten sicher ist. Aber ein fortschreitendes Wachsthum eines Organes schliesst nicht nothwendig einen lebhaften Stoffwechsel in den schon organisirten Theilen ein.

In den meisten Theilen ausser den Nerven sind dagegen viel unzweifelhaftere Zeichen des Wechsels der Materie vorhanden, und gerade die Knochen, welche noch am stabilsten scheinen,

und doch so deutliche Spuren des Wechsels der Materie zeigen, scheinen zu beweisen, dass der Wechsel der Materie sich nicht auf die Säfte beschränkt, sondern ein ausgedehntes Phänomen auch in den organisirten Theilen ist. Hieher gehören z. B. die Entstehung der Zellen in den Knochen, die Entstehung der Stirnbein- und Keilbeinhöhlen in der Kindheit, die Resorption der Knochen beim Druck von Geschwülsten, die Resorption der Alveolen bei den Alten, das Dünnerwerden des Schädels bei den Alten und vieles Andere. Die Vergrösserung der Knochenhöhlen mit dem Wachsthum der ganzen Knochen, ja überhaupt das Wachsthum eines so festen Körpers, die Veränderungen seiner Form beim Wachsthum sind nicht denkbar, ohne eine beständige Wegnahme von Knochenatomen an gewissen Stellen, und Apposition an anderen Stellen, also nicht ohne beständigen Wechsel der Materie. Von anderen Theilen fehlen uns die Beweise des Wechsels der Materie mehr. Es gehören indessen hieher die bei der Regeneration der Schwämme wie des Markschwamms beständige Zersetzung auf ihrer Oberfläche, das Schwinden der Theile im Hunger, in der Atrophie, bei mehreren chronischen Krankheiten, und das Wachsen, Formverändern und Schwinden der Geschwülste, Warzen, die oft schnelle Restauration nach vorheriger Abmagerung.

Die wieder aufgelösten Theile müssen entweder sogleich in die Blutgefässe oder in die Lymphgefässe, wo diese vorhanden sind, übergehen.

Die Resorption der Lymphe kann indess nicht allein als Wiederaufnahme von vorher organisirten Theilchen der Organe in die Säftemasse, und die Lymphe nicht bloss als Colliquament der Organe betrachtet werden; denn die Lymphe ist, wie pag. 127. 202. gezeigt worden, ausser den Lymphkügelchen der farblose *Liquor sanguinis*, welcher bei der Circulation zum Theil durch die Capillargefässe in die Partikeln der Organe eindringt, zu ihrer Ernährung dient, und dessen überflüssige Theilchen wieder in den überall in den Interstitien der Organtheilchen beginnenden Lymphgefässnetzen sich sammeln. Daher auch die Lymphe durchgehends gleich ist, und überall sich als *Liquor sanguinis* verhält, d. h. aufgelösten Faserstoff und Eiweiss enthält.

Der Wechsel der Materie in den organisirten Theilen lässt sich schon als nothwendig zu der beständigen Veränderung ihrer Form erkennen. Die Organe verändern von Kindheit auf beständig ihre Form, und diese Veränderung im Ganzen kann nur durch Veränderung in den kleinen Partikeln der Organe zwischen den Capillargefässen bewerkstelligt werden. Hiebei lässt sich denken, dass die resorbirten Theile wieder ins Blut gelangen, und bald wieder zur Ernährung an anderen Stellen verwandt werden. Dass indess das Leben mit einer beständigen Zersetzung der Materie verbunden ist, ist schon oben pag. 31. entwickelt worden. Jede Action verändert die Mischung des agirenden Theiles, und erfordert eine Restauration der Mischung, die mit der Erholung erst allmählig erfolgt. Es scheint daher wirklich, dass auch die organisirten Theile einer allmähligen Zersetzung

ihrer Bestandtheile unterworfen sind, die von ihrer Action untrennbar ist, und die Restauration veranlasst. Schon in den Prolegomena ist pag. 51. dasjenige angeführt worden, was wir über die Statik zwischen der Zersetzung bei den Actionen und der Restauration wissen. Aber leider lassen sich alle diese zarten Verhältnisse nicht der Berechnung unterwerfen. Wir haben hier nur ganz schwache Anhaltspunkte, wie eben die Ermüdung nach den Actionen, die Nothwendigkeit einer grössern Menge kräftigerer Nahrung nach grossen geistigen und Muskel-Anstrengungen; dagegen zeigt uns die Unveränderlichkeit gewisser in die Haut eingeriebener Färbestoffe eine Grenze auf der entgegengesetzten Seite. Innerhalb dieser Grenzen zeigen sich wieder sehr verschiedene Anzeigen des Stoffwechsels in den organisirten Theilen, wie z. B. das oft schnelle Verschwinden der Hautwarzen, der rasche Stoffwechsel bei der Resorption der Knochen und der Heilung der Knochenverletzungen, die allmählig erfolgende Reduction eines unförmlichen Callus in einen solchen, welcher mehr den natürlichen Formverhältnissen der Knochen entspricht, wobei an der Stelle der Zusammenheilung die früher ausgefüllte Knochenhöhle sich wieder herstellt; dagegen die geringe Veränderlichkeit der Flecken in der Cornea uns wieder zeigt, wie der Stoffwechsel hier im umgekehrten Verhältnisse mit der Sparsamkeit der Blutgefässe steht. Der Stoffwechsel ist übrigens in der Jugend am grössten, und nimmt im Alter immer mehr ab. Vergl. über diesen Gegenstand D'Outrepont, *diss. de perpetua materiei organico-animalis vicissitudine. Hal.* 1798. Reil's *Arch.* 4. 460.

b. Chemische Zusammensetzung der organisirten Theile.

Im Folgenden werden wir die chemischen Kenntnisse von den Geweben zusammenstellen, auf ihre Structur aber nur soweit Rücksicht nehmen, als es zur Aufklärung des Chemischen unumgänglich nöthig ist, und als die Structur eines Theiles nicht an anderen Stellen dieses Werkes besprochen wird. In letzterer Hinsicht beziehe ich mich auf die besonderen Abschnitte von den Nerven, Muskeln, Drüsen, indem ich zugleich in Hinsicht des neuesten Zustandes der Gewebelehre auf die Schriften von Schwann, *mikroskop. Untersuchungen. Berlin*, 1839. und Henle, *allgemeine Anatomie. Leipz.* 1841. hinweise.

I. Gewebe mit eiweissartiger Grundlage.

Die Gewebe mit eiweissartiger Grundlage geben beim Kochen keinen Leim und werden beim Kochen nur wenig verändert; nur das in ihre Zusammensetzung eingehende Zellgewebe kann in Leim aufgelöst werden. Die Modificationen der eiweissartigen Körper sind Eiweiss und Faserstoff, deren Eigenschaften in der Lehre vom Blut angegeben worden. Die saure Auflösung der eiweissartigen Körper wird von Kaliumeisencyanid gefällt. Dadurch unterscheiden sich diese Stoffe von den leimgebenden Körpern. Zu den Geweben mit eiweissartiger Grundlage gehö-

ren das Gehirn und die Nerven, die Muskeln, die Drüsen, die Schleimhäute.

1. *Gehirn, Rückenmark und Nerven.* Die Bestandtheile der Nervengebilde sind Eiweiss und Fett. Die Nerven bestehen aus den Nervencylindern. Diese sind Röhren, die mit einem Inhalte, dem sogenannten Nervenmarke gefüllt sind (Ehrenberg), in der Achse der Röhre verläuft ein dünner fester Faden (Fontana, Remak). Das den centralen Faden umgebende Mark ist von der zarten äussern Haut des ganzen Nervencylinders zu unterscheiden (Schwann). Der markige Inhalt füllt den Raum zwischen der Nervenröhre und dem centralen Faden aus, und ist eine flüssig weiche fette Materie, welche beim Erkalten der Thiere ein wie geronnenes Aussehen erhält (Purkinje). Diese Structurverhältnisse, welche selbst in einigen neuern Werken noch zweifelhaft angesehen sind, lassen sich durch Anwendung chemischer Hülfsmittel bis zur vollkommensten Evidenz erweisen. Wenn ich die frischen Nerven von Fischen oder Fröschen (sie eignen sich am besten) in Weingeist eine Zeit lang kochte, so wurde das fettige Nervenmark zwischen der Membran des Nervenfadens und dem Achsencylinder bis auf ein nicht fettiges feinkörniges Wesen extrahirt, man sieht nun den centralen Faden scharfbegrenzt im Innern der Röhre liegen, wovon er nur einen kleinen Theil der Höhle einnimmt, er kann nun darin bewegt werden, man sieht ihn bald straff in der Röhre liegen, bald mehr oder weniger gebogen, zuweilen gewunden. Beim Zerreissen der Röhren erhält man ihn frei. Die Eiweissgebilde an den Nerven sind demnach der centrale Faden und die Röhre der Nervenfäden, zwischen ihnen liegt das Fett als Nervenmark, welches wie ein isolirender Körper den offenbar wichtigsten Theil, den centralen Faden umgiebt. Die Fette gehören unter die Isolatoren der Electricität.

Auch die Bestandtheile des Gehirns sind Eiweiss und Fett. Das Fett wird aus dem zerriebenen Gehirne durch kochenden Alkohol oder Aether ausgezogen, worauf das Eiweiss des Gehirns und die zerriebenen Blutgefässe zurückbleiben. Das Hirnfett ist ein stickstoffhaltiges Elain und Stearin. Ersteres ist ein Oel, es riecht wie frisches Gehirn, und schmeckt ranzig, es fault wie andere thierische Stoffe an der Luft. Es wird von kochendem Alkohol in grösserer Menge als von kaltem gelöst. Das Stearin besteht aus weissen atlasglänzenden Schuppen. Nach Gmelin und Kuehn enthält dieses Stearin wieder 2 besondere Stearinarten, das blätterige und das pulverförmige. Das erstere ist dem Gallenfett, Cholestrine, ähnlich, unterscheidet sich aber von ihm darin, dass es phosphorhaltig ist. Das Hirnfett unterscheidet sich von anderen Fettarten, dass es sich nach Vauquelin nicht mit Alkali vereinigen oder verseifen lässt, dass es ausserdem Phosphor enthält (auch das gebundene Fett im Blute und in der Leber enthalten nach Chevreul und Braconnot Phosphor). Die nicht einäscherbare Kohle, welche nach Verbrennung des Hirnfettes zurückbleibt, enthält nämlich so viel Phosphorsäure, dass diese den zur Verbrennung nöthigen Luftzutritt verhindert. Nach Ausziehung der Phosphorsäure durch Wasser, brannte die Kohle

wieder eine Weile, und hörte wieder auf; sie war nun wieder sauer geworden; woraus folgt, dass die Kohle des Hirnfettes den Phosphor in einer nicht flüchtigen Verbindung enthält. Nach VAUQUELIN beträgt der Phosphor ungefähr 1 Proc. vom Gewichte des frischen Gehirns, oder $\frac{1}{3}$ von dem des Hirnfettes, was BERZELIUS unwahrscheinlich findet. Die übrigen Theile des Gehirns sind Eiweiss und Salze (phosphors. Salze und kohlens. Alkali?). Das Gehirn enthält nach VAUQUELIN:

Eiweiss		7,00
Hirnfett	Stearin 4,53, Elain 0,70	5,23
Phosphor		1,50
Osmazom		1,12
Säuren, Salze, Schwefel		5,15
Wasser		80,00
		100,00

Das Gehirn enthält ausserordentlich wenig erdige und salzige Bestandtheile. 50 Gran getrockneten Kalbsgehirns gaben JOHN nur 2 Gran Asche; 100 Theile getrockneter Gehirnsubstanz enthalten nach SASS und PFAFF 3,36 fixe Salze, 100 Theile getrockneter Muskelsubstanz 7,5 fixe Salze.

2. *Muskeln.* Die Muskeln bestehen aus Bündeln von Fasern, die primitiven Bündel der Fasern sind durch Zellgewebe zu grösseren Bündeln, diese wieder zu noch grössern verbunden. Die primitiven Fasern, welche in den animalischen Muskeln und denen des Herzens knotige Anschwellungen haben, bringen eben dadurch, wenn sie zu einem Bündel zusammenliegen, mehr oder weniger regelmässige quere Streifungen der Bündel hervor. Die primitiven Bündel der Fasern haben ursprünglich eine structurlose Hülle. Ich habe sie vor längerer Zeit schon an den Muskeln der Insecten beobachtet, sie lässt sich unter glücklichen Umständen auch bei anderen Thieren sehen. Ausserdem sind die Bündel von eigenthümlichen Fasern der Quere nach mehr oder weniger regelmässig umwickelt, welche HENLE hier und auch an den Bündeln der Bindegewebefasern entdeckt hat. An dem Phänomen der Querstreifen haben sie keinen Antheil. Man sieht sie nach der Behandlung der Bündel von Bindegewebe (vulgo Zellgewebe) und Muskelbündel mit Essigsäure. Diese schwellt die von jenen Fasern umwickelten Bündel zwischen den Umwickelungen auf. Die den elastischen Fasern ähnlichen umwickelnden Fasern werden von der Essigsäure nicht angegriffen.

Die Substanz der Muskelfasern ist Faserstoff *). Das Muskelfleisch wird von langem Kochen härter, und giebt die farblose Fleischbrühe ab, die erkaltet gelatinirt, was von dem Leim herrührt, in den

*) Ueber Unterschiede in der elementaren Zusammensetzung des Faserstoffs von Blut und Muskelsubstanz und den grössern Wassergehalt des erstern s. FELLENBERG u. VALENTIN in MÜLL. *Arch.* 1841. 542.

das Zellgewebe nach Berzelius durch Kochen verwandelt wird. Gegen Säuren und Alkalien verhält sich Muskelsubstanz wie Faserstoff. Beim starken Auspressen von zerhacktem Fleische fliesst eine saure rothe Flüssigkeit ab. Diese enthält: 1. Eiweiss und Cruorin. 2. Milchsäure. 3. Salze, milchsaures Kali, Natron, Kalkerde und Talkerde, Spuren von milchsaurem Ammoniak, Chlorkalium und Chlornatrium (im Alkohol löslich); ferner phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk (in Alkohol unlöslich). 4. Extractartige Materien, a) durch Alkohol ausziehbar, Osmazom (von Fleischgeruch), welches nach Berzelius ein Gemenge von mehreren Substanzen ist; b) durch Wasser löslich, sauer, enthält Milchsäure. Diess Extract ist wieder ein Gemenge mehrerer Wasserextracte, unter welchen das Zomidin, welches den Fleischgeschmack hat. Fleisch mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, bildet eine Substanz Leucine, die den Geschmack der Fleischbrühe hat.

Berzelius und Braconnot haben das Muskelfleisch des Ochsen analysirt:

	Berz.	Brac.
Fleischfaser, Gefässe, Nerven 15,8 Zellgewebe, im Kochen zu Leim gelöst 1,9	17,70	18,18
Lösliches Eiweiss und Faserstoff	2,20	2,70
Alkoholextract mit Salzen	1,80	1,94
Wasserextract mit Salzen	1,05	0,15
Eiweisshaltiger phosphorsaurer Kalk	0,08	—
Wasser (und Verlust)	77,17	77,03
	100,00	100,00

3. *Drüsen.* Die *Substantia propria* der Drüsen, der absondernden sowohl als der Drüsen ohne Ausführungsgänge, von deren Bau später gehandelt wird, bestehen aus einem eiweissartigen Körper.

Unter den drüsigen Organen sind die Nieren und die Leber chemisch untersucht worden. Als Braconnot die Lebersubstanz des Ochsen zu Brei zerrieben und mit Wasser versetzt hatte, wurde der grösste Theil der Lebermasse aufgelöst. Die milchige Flüssigkeit gerinnt beim Erhitzen. Aus dem Coagulum lässt sich durch Terpentinöl ein fettes Oel ausziehen. Das nach Verflüchtigen des Terpentinöls bleibende fette Oel war rothbraun, halb erstarrt, und hatte Geruch und Geschmack der Ochsenleber. Das Fett war nicht sauer, und also nicht vorher verseift, war aber mit kaustischem Natron verseifbar, ohne dass sich Ammoniak entwickelte. Diess Fett ist indess phosphorhaltig, es verhält sich beim Verbrennen wie Hirnfett. Die Auflösung, woraus sich durch Erhitzen das Eiweiss abgesetzt hatte, röthete das Lackmuspapier, und schien eine vom Osmazom etwas verschiedene Substanz zu enthalten.

100 Theile eigentlicher Lebersubstanz enthielten

Wasser	68,64
Eiweiss	20,19
Eine wenig Stickstoff haltige, in Wasser leicht, in Alkohol wenig lösliche Materie	6,07

Leberfett	3,89
Chlorkalium	0,64
Kalkerde eisenhaltig	0,47
Salz von einer brennbaren Säure mit Kali	0,10
	100,00

Bei einer Analyse der Menschenleber haben Frommherz und Gugert auch Käsestoff, Speichelstoff gefunden. In der Leber des Rochen fand Vauquelin ein Oel, das mehr als die Hälfte vom Gewichte der Leber betrug.

Berzelius hat die Pferdenieren chemisch untersucht. Die zerriebene Masse wurde in Wasser fast ganz zu einer milchigen Flüssigkeit. Die geringe zurückbleibende faserige Masse bestand wahrscheinlich aus Blutgefässen. Die flüssige Masse gerann durch Hitze. Das Coagulum enthielt viel Fett, und bestand aus Eiweiss. Die Flüssigkeit, worin sich das Coagulum gebildet hatte, war sauer, von Milchsäure, und enthielt thierische Materie, die nach dem Abdampfen theils in Alkohol (Osmazom), theils in Wasser löslich war.

4. *Schleimhäute.* Sie bestehen aus durcheinander gewirkten Fasern, auf welchen eine Schicht von Epitheliumzellen aufgesetzt ist, und vielen eingestreuten Schleimfollikeln. Siehe das Nähere in dem Abschnitt von der Absonderung. In chemischer Hinsicht scheinen sich die Schleimhäute von dem Gewebe der äussern Haut ganz zu entfernen. Denn die Schleimhäute geben nach Berzelius beim Kochen keinen Leim; sie sind in Wasser ganz unlöslich und werden selbst bei langem Kochen nur hart und spröde. Ihre Grundlage scheint daher den eiweissartigen Körpern anzugehören. (Es fragt sich indess, ob die Versuche, Leim durch Kochen aus Schleimhäuten zu gewinnen, lange genug angestellt sind, wozu, um sicher zu sein, ein mehrtägiges Kochen nöthig ist.)

II. Leimgebende Gewebe.

Hieher gehören das Zellgewebe, seröse Gewebe, Sehnengewebe, die äussere Haut, das leimgebende contractile Gewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe, elastische Gewebe. Ihre thierische Grundlage löst sich bei längerem Kochen entweder ganz in Leim auf, oder man erhält bei längerem Kochen mehr und mehr Leim. Einige geben schon in mehreren Stunden viel Leim, wie Zellgewebe, seröses Gewebe, Knochen; andere erst nach 15—18 stündigem Kochen, wie die Knorpel, die äussere Haut, andere, wie das elastische Gewebe, geben erst nach mehrtägigem Kochen nur wenig Leim. Die saure Auflösung der mehrsten leimgebenden Körper wird von Kaliumeisencyanid nicht gefällt.

1. *Zellgewebe.* Es besteht aus durcheinander gewirkten Bündeln von Fasern, welche Lücken zwischen sich lassen. Die Bündel bestehen aus parallelen durchsichtigen Fasern von 0,0007 engl. Lin. Durchmesser. Die Primitivfasern haben durchaus geradlinigte Begrenzung und zeichnen sich durch ihre geschwungene Form aus, welche an die des lockigen Haars erinnert. Diess Gewebe löst sich beim Kochen ganz in Leim auf.

2. *Das leimgebende contractile Gewebe* der *Tunica dartos* gleicht mikroskopisch ganz dem Zellgewebe, aber es ist blassröthlich und seine Faserbündel bilden weniger Maschen, und folgen mehr derselben Direction. Es wird durch Kochen ganz in Leim aufgelöst. Die saure Auflösung der *Tunica dartos*, des subcutanen Zellgewebes und der Gefasshäute giebt von Cyaneisenkalium einen Niederschlag (Dr. Retzius), was auf die Verschiedenheit dieser contractilen Gewebe vom gewöhnlichen Zellgewebe hindeutet.

3. *Gewebe der serösen Häute*; es besteht ebenfalls aus durcheinander gewirkten Fasern, die weniger Lücken oder Maschen bilden, und deren Bündel inniger aneinander liegen.

4. *Sehniges oder fibröses Gewebe.* Es besteht aus Fasern, die ohne Maschen zu Bündeln vereinigt sind, die bald in gleicher bald in kreuzenden Richtungen verlaufen. Seine Primitivfasern gleichen den Zellgewebefasern in Form und Dicke. Grössere Massen oder Häute dieses Gewebes haben ein atlasglänzendes Ansehen, und auch die Bündel zeigen wegen der welligen Lage der Fasern abwechselnde helle und dunklere Stellen. Schon innerhalb 3 Stunden erhält man durch Kochen sehr viel Leim aus Sehnengewebe.

5. *Gewebe der äussern Haut.* Das Substrat der Haut, in welches vielerlei Organe wie die Haarbälge, Talgbälge, Schweissdrüsen eingesenkt sind, besteht aus durcheinander gewirkten Fasern. Die Oberfläche der Haut bildet kleine Erhöhungen, die Papillen, welche von dem *Rete Malpighii* und der Epidermis überzogen werden. Letztere gehören den später zu beschreibenden Hornbildungen an. Die Haut löst sich beim langen (20 stündigen) Kochen ganz oder grösstentheils in Leim auf. Auf der Fähigkeit des Leims, sich mit dem Gerbestoff zu einer der Fäulniss widerstehenden Verbindung zu vereinigen, beruht das Gerben der Häute. Die Structur mehrerer der hier erwähnten Gewebe wird später ausführlicher erläutert. Ueber die Structur des Zellgewebes siehe den Abschnitt von der Absonderung, über die *Tunica dartos* den Abschnitt von den Bewegungen, über die äussere Haut die Folge des gegenwärtigen Abschnitts.

Der Leim aus allen vorhergenannten Geweben ist *Colla*, welche von Gerbestoff, Chlor, Sublimat, Weingeist gefällt wird, von Alaun, Essigsäure, essigsaurem Bleioxyd und schwefelsaurer Thonerde aber nicht gefällt wird. Der von Weingeist gefällte Leim löst sich in heissem Wasser wieder auf. Die von mir beschriebene eigenthümliche Leimart der permanenten Knorpel stimmt in vielen Punkten mit dem gewöhnlichen Leim überein, unterscheidet sich aber davon durch folgende Punkte. Er wird von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Bleioxyd gefällt. Die Fällung von Alaun wird von überschüssigem Alaun wieder aufgelöst, die Fällung von Essigsäure durch überschüssige Essigsäure nicht aufgelöst. Käsestoff wird zwar von den Reagentien des Knorpelleims oder Chondrins auch gefällt, unterscheidet sich aber vom Chondrin durch den Mangel des Gelatinirens, durch sein Verhalten zum Kaliumeisencyanid und durch das Verhalten zum Alaun und zur Essigsäure. Die Fällung des Käsestoffs von

Alaun wird von überschüssigem Alaun nicht aufgelöst, die Fällung von Essigsäure wird von überschüssiger Essigsäure aufgelöst.

6. *Knorpel.* Ueber die Structur der Knorpel siehe Purkinje und Deutsch, *de penitiori ossium structura. Vratisl.* 1834. Arnold in Tiedemann's *Zeitschrift. V.* 2. Miescher, *de inflammatione ossium eorumque anatomia generali. Berol.* 1836. J. Mueller, *über die Structur und die chemischen Eigenschaften der Knorpel und Knochen.* Poggend. *Ann. XXXVIII.* Purkinje und Meckauer, *de penitiori cartilaginum structura. Vratisl.* 1836. Die Knorpel zerfallen in 4 Klassen:

a. Knorpel mit Knorpelkörperchen. Die permanenten Knorpel und auch der Knochenknorpel vor der Ossification bestehen aus einer trüb durchscheinenden, undeutlich faserigen Substanz, worin bläschenartige mikroskopische Körperchen eingestreut sind, die von Purkinje zuerst beobachteten Knorpelkörperchen. Es sind Zellen mit Kern, die Zellen selbst enthalten wieder zuweilen noch kleinere Zellen mit Kern. Die Zellen sind das primitive am Knorpel, die Zwischensubstanz entsteht später als Intercellularsubstanz (Schwann). Alle diese Knorpel geben beim Kochen nach meinen Beobachtungen Chondrin, keinen gewöhnlichen Leim, Rippenknorpel, Kehlkopfknorpel grösstentheils, Luftröhrenknorpel, Nasenknorpel, Knorpel der Eustach. Trompete, Knochenknorpel vor der Ossification, Gelenkknorpel.

b. Gewebe der Cornea. Die Cornea besteht aus 4 Schichten. Die äusserste wird in heissem Wasser augenblicklich schneeweiss, diess ist das Epithelium, welches sich in das Epithelium der Conjunctiva fortsetzt; auf der Conjunctiva hat es das eigenthümliche Verhalten gegen heisses Wasser nicht, die das Epithelium zusammensetzenden Zellen müssen daher hier eine eigenthümliche Beschaffenheit oder einen eigenthümlichen Inhalt haben. Die Substanz der Cornea besteht aus sich durchkreuzenden Bündeln von hellen Fasern ohne Knorpelzellen (Valentin, *Repert.* 1836.). Sie löst sich nach meinen Beobachtungen ganz in Chondrin auf, und ist daher ein durchsichtiger Faserknorpel. Die dritte Schicht besteht aus der dünnen, aber gleichwohl festen structurlosen *Membrana Descemetii,* die sich durch Maceration in kaltem Wasser leicht trennen lässt. Sie wird nicht von Säure und Weingeist trübe, welche die Hornhaut trüben. Zu innerst liegt eine Schichte von Epitheliumzellen. Henle, *Allg. Anat.* 323.

c. Spongiöse Knorpel. Sie sind von Miescher entdeckt. Es gehören hieher die gelblichen Knorpel des äussern Ohres, der Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorpel des Kehlkopfes. Sie sind gelb, durch und durch schwammig, zellig, die deutlich faserige Intercellularsubstanz ist viel sparsamer vorhanden, als in den Knorpeln der vorhergehenden Formation, sie geben nach mehrtägigem Kochen nur äusserst weniges nicht gelatinirendes Extract, dessen chemische Eigenschaften mit dem Chondrin übereinstimmen, während die übrigen chondrinhaltigen Knorpel in 15 — 20 Stunden sich in gelatinirendes Chondrin auflösen. Henle fasst diese Knorpel mit den ligamentösen Faser-

knorpeln zusammen, wovon sie indess durch ihren mikroskopischen Bau abweichen.

d. Ligamentöse Knorpel. Hieher gehören die Zwischengelenkknorpel, die *Ligamenta intervertebralia*, Symphysen. In dieser Formation, welche im äussern dem Bändergewebe sich nähert, bilden die Fasern die Hauptmasse und man unterscheidet schon auf dem Durchschnitt die Lagen der Fasern; die Zellen sind entweder sparsam vorhanden oder fehlen ganz. In der vorigen Auflage dieses Werkes hatte ich von diesen Knorpeln nur die *Cartilagines interarticulares* des Knies untersucht und indem ich daraus zwar Leim, aber kein Chondrin erhielt, hierauf die Ansicht gegründet, dass alle ihnen ähnliche Faserknorpel, nämlich die Zwischengelenkknorpel, *Ligamenta intervertebralia*, Symphysen, als leimhaltig zusammengehören, und sich von den chondrinhaltigen wahren Knorpeln und Faserknorpeln (*Cornea*) entfernen. Henle hält die *Ligamenta intervertebralia*, die Synchondrosen und den Zwischengelenkknorpel des Sterno-claviculargelenks und des Kiefergelenks für Faserknorpel, dagegen erklärt er die *Cartilagines interarticulares* des Kniees für gewöhnliches Bindegewebe, so dass das chemische Verhalten der letztern sich nicht auf die übrigen Faserknorpel übertragen lasse. Wenn die Zwischengelenkknorpel ganz verschiedenen Geweben angehören sollten, so wäre diess eine merkwürdige, aber dem nach Einheit begierigen Geist widerstrebende Thatsache. Ich habe, um diese Sache aufzuklären, die hier in Frage kommenden Faserknorpel neuerdings chemisch untersucht. Die *Ligamenta intervertebralia* sowohl, als der Zwischengelenkknorpel des Sterno-claviculargelenks geben nach längerm Kochen ganz unzweifelhaft Chondrin, so dass sich Henle's Ansicht über diese Faserknorpel bestätigt, ich fand indess das gleiche Verhalten bei den *Cartilagines interarticulares* des Kniees bei einem erneuerten Versuch. Diese Knorpel sind viel schwerer löslich, wahrscheinlich hatte ich bei dem frühern Versuch zu kurze Zeit gekocht. Jetzt fand ich selbst nach 30 stündigem Kochen den Zwischengelenkknorpel des Kniees nur sehr wenig aufgelöst und es bildete sich noch keine Gallerte. Aber das Aufgelöste reagirte in allen Beziehungen wie eine Auflösung von Chondrin. Alle Versuche wurden mit Faserknorpeln vom erwachsenen Menschen angestellt. Hieraus lässt sich nun mit Sicherheit schliessen, dass alle Zwischengelenkknorpel mit den *Ligamenta intervertebralia* (und anderen Symphysen) sich völlig gleich verhalten und zu derselben Formation von Knorpel, den bandartigen Faserknorpeln gehören. Der Augenlidknorpel ist noch nicht chemisch untersucht, gehört aber wahrscheinlich auch hieher.

Die Knorpel der Knorpelfische sind nicht wesentlich vom Knorpel der übrigen Thiere verschieden, wie meine Untersuchungen zeigen. Nach tagelangem Kochen lösen sie sich in Leim auf, der nicht gelatinirt, aber mit Chondrin sehr nahe übereinstimmt. Bei den wirbellosen Thieren entfernt sich die Knorpel genannte Materie chemisch ganz vom Knorpel, und ist in heissem Wasser selbst nach dem längsten Kochen ganz unlöslich.

Die mineralischen Bestandtheile der Knorpel ergeben sich aus

einer Analyse von Frommherz und Gugert. Die Rippenknorpel eines 20jährigen Mannes gaben Gugert nach dem Verbrennen eine Asche, aus welcher sich die Kohle nicht vollständig wegbrennen liess. Vom Knorpel enthielten 100 Theile Asche

Kohlensaures Natron	35,06
Schwefelsaures Natron . . .	24,24
Chlornatrium	8,23
Phosphorsaures Natron . .	0,92
Schwefelsaures Kali	1,20
Kohlensauren Kalk	18,37
Phosphorsauren Kalk . . .	4,05
Phosphorsaure Kalkerde . .	6,90
Eisenoxyd und Verlust . . .	0,99

Bei einer 63jährigen Frau waren dieselben löslichen Bestandtheile in geringerer Menge, der phosphorsaure Kalk in grösserer Menge als der kohlensaure Kalk enthalten. Die Knorpel enthalten $\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes Wasser.

7. *Knochen.* Knochen mit verdünnter Salzsäure behandelt, lassen den Knorpel zurück, während die Knochenerde von der Säure aufgelöst wird. Der Knorpel verwandelt sich beim Kochen ganz in Leim. Die Knochenerde der höheren Thiere besteht fast grösstentheils aus phosphorsaurer Kalkerde mit kohlensaurer Kalkerde, und mit geringen Quantitäten phosphorsaurer Talkerde und Fluorcalcium. Die phosphorsaure Kalkerde der Knochen ist basisch in einer eigenthümlichen Verbindung, die man sonst immer durch Niederschlagung der phosphorsauren Kalkerde mit überschüssigem Ammoniak erhält. Im Urin ist die phosphorsaure Kalkerde sauer und aufgelöst, in der Knochenerweichung scheint mehr dieses aufgelösten Salzes durch den Urin ausgeschieden zu werden.

Berzelius Analyse vom Knochen des Menschen und des Rindes.

	Mensch.	Ochse.
Knorpel in Wasser völlig löslich .	32,17	33,30
Gefässe	1,13	
Basische phosphorsaure Kalkerde .	51,04	55,45
Kohlensaure Kalkerde	11,30	3,85
Fluorcalcium	2,00	2,90
Phosphorsaure Talkerde	1,16	2,05
Natron mit sehr wenig Kochsalz .	1,20	2,45
	100,00	100,00

Die Knochen eines Kindes enthalten nach Schreger $\frac{1}{2}$, des Erwachsenen $\frac{4}{5}$, des Greises $\frac{7}{8}$ erdige Bestandtheile. E. H. Weber, *Anat.* 1. 316. Ueber kranke Knochen Bostock, *Med. chir. Transact. Vol.* 4.

Dass die phosphorsaure Kalkerde als solche in den Knochen vorkommt, beweist die Affinität der *Rubia tinctorum* zu den Knochen lebender Thiere, welche sie roth färbt.

Ueber die Structur der Knochen siehe Deutsch, Miescher und J. Mueller a. a. O.

Der Knochenknorpel hat im Allgemeinen die Structur der permanenten Knorpel, und stimmt vor der Ossification ganz damit überein. Wird der von der Kalkerde befreite Knorpel längere Zeit in verdünnten Säuren macerirt, so zerfällt er in Schichten, die sich wie die Schalen einer Zwiebel ablösen lassen. Auch an frischem Knochenknorpel kann man die Schichten erkennen, sie laufen in der Richtung der Fläche der platten Knochen, concentrisch an den Röhrenknochen, ausserdem giebt es auch secundäre concentrische Schichten, deren Systeme von denjenigen Schichten umfasst werden, welche von der Oberfläche der Röhrenknochen concentrisch verlaufen. Im Centrum der secundären Schichten verlaufen die Knochenkanälchen, welche Fett und Gefässe enthalten und überall auf Durchschnitten der Knochen bemerkt werden. Sie sind im Kleinen, was die Markhöhle der Röhrenknochen im Grossen ist. Die Markkanälchen oder Fettkanälchen laufen in den Röhrenknochen der Länge nach und anastomosiren hier und da; in den spongiösen Knochen werden sie durch die Markzellen oder Fettzellen ersetzt. Mehreres vom feineren Bau der Knochen kann am Knochenknorpel selbst nicht, wohl aber an fein geschliffenen Knochenplättchen erkannt werden. In solchen feinen Plättchen erkennt man mit dem Mikroskope ovale Körperchen von der Gestalt der Knorpelkörperchen, die sogenannten Knochenkörperchen. Von jedem derselben gehen radiale zum Theil etwas verzweigte sehr feine Kanälchen aus. Der Durchmesser dieser radialen Kanälchen ist 0,0002 — 0,0003 Lin. Sie sind dunkel bei durchscheinendem Lichte, wie auch die Knochenkörperchen, während die Zwischensubstanz der Körperchen und Kanälchen an feinen Plättchen ganz durchsichtig ist. Bei auffallendem Lichte erscheinen die Körperchen und Kanälchen weiss. Nach der Behandlung mit Säuren werden diese ganz durchsichtig. Die Kalksalze sind übrigens der Hauptsache nach in der durchsichtigen Zwischenmasse, dem hauptsächlichen Theil der Knochen enthalten. Diess sieht man, wenn man die Knochenplättchen mit Pottasche kocht, welche den Knorpel ganz oder grösstentheils löst, während die Kalksalze weiss, zwischen den radialen Figuren zurückbleiben. Ob die Kalksalze an diesen Theil des Knochens chemisch gebunden oder sehr fein darin abgesetzt sind, ist noch unbekannt.

Der thierische Bestandtheil des Knochens oder sein Knorpel besteht aus Leim. Sehr merkwürdig ist, wie meine Beobachtungen gezeigt haben, dass der Leim des Knochenknorpels vor der Ossification Chondrin, nach der Ossification aber gewöhnlicher Leim ist. Auch wenn permanente Knorpel krankhaft ossificiren, wie die Kehlkopfknorpel, enthält das Ossificirte statt Chondrin nun gewöhnlichen Leim. Die von Osteomalacie erweichten Knochen geben nicht einmal mehr Leim beim Kochen und enthalten ausserordentlich viel Fett.

Das knorpelige Skelet der Haifische und Rochen besitzt eine

ossificirte Rinde, die aus lauter mosaikartig zusammengefügten kleinen Knochenplättchen oder Säulchen zusammengesetzt ist.

Die sogenannten Hautknochen der Thiere dürfen nicht mit den Hornbildungen auf der Haut verwechselt werden. Die Hautknochen der Gürtelthiere, Schildkröten, Störe u. a., so wie die knöchernen Hautschilder der Crocodile und knöchernen Schuppenkerne der Eidechsen sind organisirt wie andere Knochen, das Horn ist dagegen gefässlos. Auf den organisirten Hautknochen liegt noch Horn, so die Epidermis auf den Hautschildern der Gürtelthiere, Crocodile, das Schildpatt auf der Schale der Schildkröten, das Horn auf den Knochenschildern der Crocodile und die Epidermis auf den Schuppenkernen der Eidechsen.

8. *Elastisches Gewebe.* Dieses Gewebe ist gelblich und ihm ist eigenthümlich, dass seine Fasern sowohl an Stärke sehr ungleich sind, als auch untereinander anastomosiren, welches letztere von keinen anderen Fasern bekannt ist. So verhält sich das elastische Gewebe überall, in der mittlern Haut der Arterien, in den elastischen Fasern der Luftröhre, in den Kehlkopfbändern, in den gelben Bändern der Wirbelsäule, wie im *Ligamentum nuchae* der Thiere, in der Flughaut der Vögel, Fledermäuse und der fliegenden Eidechsen, im Kehlsack des Pelecans, im elastischen Bande der Ruthe der Strausse, Enten und Gänse, in den elastischen Bändern der Nagelglieder der Katzen, in dem elastischen Polster der Fusssohle des Elephanten. Diese anastomosirenden Fasern werden indess in der mittlern Haut der Arterien der Cyclostomen durch gelbe Faserbündel ersetzt, die nur aus parallelen, lockig gebogenen, ganz gleichartigen Fäden bestehen, wie die Fäden des nicht gelben Bindegewebes in der äussern Haut der Arterien.

Das elastische Gewebe behält seine Elasticität unverändert, wenn es auch noch so lange in Weingeist aufbewahrt und selbst, wenn es viele Tage gekocht wird. Es giebt beim Kochen äusserst schwer und erst nach mehreren Tagen sehr wenig Leim; aber dieser Leim ist eigenthümlich und kann daher nicht von dem Zellgewebe in elastischen Theilen herrühren. Er nähert sich sehr dem Chondrin an, dem er jedoch nicht ganz gleicht. Er wird von essigsaurem Blei, von Essigsäure stark getrübt, von Alaun und schwefelsaurer Thonerde gefällt, aber schwefelsaures Eisenoxyd fällt ihn nicht, und macht ihn nur opalisirend. Siehe Eulenberg, *de tela elastica. Berol.* 1836. und J. Mueller in Poggend. *Ann.* XXXVIII.

c. Einfluss der Nerven.

Lähmungen des Gehirns und Rückenmarkes zeigen zuweilen gar keinen Einfluss auf die Ernährung. In vielen Fällen sind die gelähmten Theile abgezehrt, welker, und was besonders den Einfluss der Nerven auf die Ernährung erweist, die gelähmten Theile sind leicht nach Verletzungen dem Brande unterworfen. Schröder v. d. Kolk hat beobachtet, dass in gelähmten Gliedern zuweilen

Umwandlung der Muskelsubstanz in Fett und Verknöcherung der Arterien erfolgt.

Bei dem Embryo zeigt sich die Ernährung von dem Gehirne sehr unabhängig, indem z. B. hirnlose Missgeburten vollkommen ernährt, bis zur Geburt ausgebildet werden. Dagegen hat man bei dem Mangel gewisser Nerven meist auch einen entsprechenden Mangel des Organes gefunden, und bei dem Mangel der Organe entsprechenden Mangel der Nerven. Tiedemann's *Zeitschr. f. Physiol. I.* 76. Mayer ebend. 2. 41. Bei den acephalen Missgeburten, die bloss aus einer Extremität bestanden, ist doch noch eine knotige Nervenmasse gefunden worden, von welcher die Nerven der Extremität abgehen, und welche als Rudiment des Rückenmarks zu betrachten ist.

Die gegenseitige Bedingung der Organe und der Nerven lässt sich sehr gut bei der Verwandlung der Insekten und Amphibien beobachten. So wandelt sich das Nervensystem der Insekten bei der Verwandlung nach den späteren Organtheilen um; bei der Raupe sind die Knoten des Nervenstranges gleich den Abtheilungen des Körpers mehr gleichartig, bei der Verwandlung, wenn sich einzelne Abtheilungen des Körpers weiter ausbilden, Extremitäten und Flügel entstehen, verschmelzen mehrere Knoten zu grösseren Massen, den Stellen entsprechend, welche neue Organe erhalten haben. Herold, *Entwickelungsgeschichte des Schmetterlings. Cassel.* 1815. Bei der Verwandlung der Froschlarven schwindet mit dem Schwanze das Endtheil des Rückenmarks, während mit den Extremitäten ihre Nerven sich bilden.

Man muss sich aber hüten, die gegenseitige Bedingung von Nerven und Organ so zu verstehen, dass die Erzeugung der Organe von der Präexistenz der Nerven abhänge. In der Keimsubstanz, in welcher noch die ganze organisirende Kraft ruht, werden Nerven und Organ durch eine und dieselbe Kraft erzeugt. Dieselbe, wenn auch weniger intensive Wirkung ist auch in der Wiedererzeugung einzelner Theile, z. B. der Knochen, noch bei den Erwachsenen offenbar, ohne dass man im Stande ist, die Vegetation von Nerven abzuleiten, die an den Knochen gar nicht bekannt sind.

Daher muss die Vegetation ihrem letzten Grunde nach als völlig unabhängig von dem Einfluss der Nerven angesehen werden, sie ist die immanente Kraft aller belebten thierischen Theilchen, die Kraftäusserung der primitiven Bildungstheilchen oder Zellen, und durch sie vegetiren auch die Nerven selbst. Vielmehr gleicht der unverkennbare Einfluss der Nerven auf vegetirende Gebilde dem Regulator eines Uhrwerks, das in sich selbst die Ursachen seines Ganges hat. Wirkungen im Nervensysteme können den Gang der Vegetation und Ernährung beschleunigen, verstärken und schwächen. Diess ist auch das wahre Verhältniss der Absonderungen zum Nervensystem.

Wir besitzen einige directe Erfahrungen über den Einfluss der Nerven bei den Actionen in den kleinsten Gefässen. Magendie sah, dass Brechmittel in die Venen eingespritzt, Lungen- und Magenentzündung bewirken, dass diese aber viel geringer war,

wenn die *Nervi vagi* vorher durchschnitten waren. MAGENDIE beobachtete, dass auch nach Durchschneidung des *N. trigeminus* starke Reize an dem Auge keine Augenentzündung erregten, dass aber nach einigen Tagen an dem Auge sich eine Entzündung mit Exsudation im Innern einstellte, auch wenn das Auge nicht gereizt worden. *Journ. d. physiol.* 4. 176. 304. DUPUY hat nach Ausschneidung des *Ganglion cervicale supremum nervi sympathici* eine Augenentzündung entstehen gesehen, was MAYER bei Unterbindung des *N. sympathicus* bestätigt hat. GRAEFE und WALTHER's *Journ.* 10. 3. SCHRÖDER durchschnitt bei einem Hunde an dem einen Beine den *N. ischiadicus* und *cruralis*, und verwundete beide Füsse. Am folgenden Tage war die Wunde des paralytischen Beines trockner als die des gesunden; innerhalb 3 Wochen entwickelte die Wunde des gesunden Fusses viel stärkere Entzündungsphänomene; es entstand Eiterung und Granulation, an dem paralytischen Fusse fehlte fast die Entzündung der Wunde, eine weisse Materie wurde ausgeschieden, welche verschorfte. Die Wunde war blass. *Observ. anat. pathol.* 1826. 14. Ich habe nach Durchschneidung des *N. ischiadicus* beim Kaninchen beobachtet, dass das Thier an dem paralytischen Beine an der Ferse sich aufging, wo ein *Decubitus* entstand. Es gehören hieher auch die plötzlichen Veränderungen des Zustandes der Wunden nach Gemüthsbewegungen, worauf Wunden oft schnell ihr gutes Ansehen verändern, wie VERING und LANGENBECK berichten. Siehe SCHRÖDER V. D. KOLK a. a. O. *p.* 28.

II. Capitel. Vom Wachsthum.

Das Wachsthum der organischen Wesen erfolgt grossentheils nach den Gesetzen ihrer ersten Bildung. Ihre ersten Elemente sind Zellen, ihre späteren Gewebetheile sind theils wieder Zellen in grösserer Menge, theils Elemente, welche sich aus Zellen gebildet haben (SCHWANN). Alles Wachsthum reducirt sich daher auf Neubildung von Zellen, und Vergrösserung der aus ihnen entstehenden Formen. Wie die erste Bildung der Zellen in dem Cytoblastem vor sich geht und welche Rolle hiebei der spätere Kern der Zelle oder Cytoblast spielet, ist schon in dem allgemeinen Theil dieses Werkes p. 45 nach SCHWANN's Beobachtungen erwähnt worden. Die weitere Exposition dieser Untersuchungen ist in der Entwickelungsgeschichte im zweiten Bande dieses Handbuchs p. 752 gegeben. Hier können indess die allgemeinsten Resultate derselben nicht übergangen werden.

In einigen Geweben bleiben die Zellen auch die späteren Formelemente, oder es entsteht zwischen ihnen nur eine Intercellularsubstanz, wie in den ächten Knorpeln. Das Wachsthum besteht hier in der Bildung neuer Zellen innerhalb der schon vorhandenen Zellen, oder der Brutzellen innerhalb der Mutterzellen und in der Vergrösserung der Intercellularsubstanz. In

anderen erfolgt eine weitere Vegetation der Zellen, indem diese sich verlängern und so Fäden erzeugen, welche immer weiter auswachsen; so entstehen und wachsen die Fäden des Bindegewebes, und überall, wo im erwachsenen Organismus Bindegewebe sich bildet, geschieht es auf diese Weise. Hier haben wir es auch im erwachsenen Organismns mit Fasern zu thun, welche Aequivalente von einzelnen Zellen sind. Das Wachsthum besteht in der Entstehung neuer Fäden aus Zellen und in der Verlängerung der schon vorhandenen Fäden.

Die Muskelfäden, Nervenfäden und Capillargefässe sind dagegen als Aequivalente vieler verbundener Zellen anzusehen, denn sie bilden sich aus der Verschmelzung von Reihen von Zellen zu Röhren. So sind auch die Beobachtungen von Valentin (*historiae evolutionis syst. musc. prolusio. Vratisl.* 1832.) auszulegen, der die ersten auf diesen Vorgang bezüglichen Beobachtungen anstellte. Nach ihm bestehen die Muskeln anfangs bei dem Embryo aus Kügelchen, welche hernach verschwinden, so dass an die Stelle eines perlschnurähnlichen Fadens ein gleichförmig walzenförmiger tritt. Diese Cylinder zerfallen dann erst wieder in die noch feineren eigentlichen primitiven Muskelfasern. Nach Schwann's Beobachtungen sind die sich aneinander reihenden Kugeln vielmehr Zellen, wie gewöhnlich mit ihrem Kern versehen. Durch ihre Verschmelzung entsteht eine Röhre, an welcher die Kerne in der Wand sitzen bleiben und innerhalb der Röhre entstehen aus dem Zelleninhalte die eigentlichen Muskelfasern. Aus der Verwachsung der Zellen gehen also zunächst die primitiven Muskelbündel hervor, dieses sind Aequivalente vieler Zellen oder secundäre Zellen. Das Wachsthum der Muskeln muss demnach auf der Bildung neuer primitiver Bündel, aus der Verlängerung der vorhandenen und aus der Vermehrung der primitiven Fasern geschehen. Dass die Bündel der letztern auch beim Erwachsenen noch von einer structurlosen Hülle umgeben sind, habe ich vor langer Zeit schon an den Muskelfasern der Insecten gesehen, ehe man an ein Verständniss dieser Dinge denken konnte. Im schwangern Uterus bilden sich nach Schwann neue Muskelbündel, so dass man sie hier in allen Stadien ihrer Entwickelung beobachten kann.

Die Nervenröhren bilden sich durch Verschmelzung der Nervenzellen, und so geht ohne Zweifel auch die Umwandlung der Narbensubstanz durchschnittener Nerven in Nervenfäden vor sich.

Die neue Bildung der Blutgefässe scheint beim Erwachsenen in gleicher Weise wie beim Fötus in der keimenden Schichte des Dotters, *Blastoderma*, innerhalb der deswegen sogenannten *Area vasculosa* vor sich zu gehen. Das Cytoblastem dazu ist der *Liquor sanguinis*, in welchem, wenn er in Krankheiten auf der Oberfläche der Organe ergossen und fest wird, in kurzer Zeit neue Gefässe im Zusammenhange mit den alten entstehen. Döllinger hat die Bildung der neuen Gefässe im Schwanze der jungen Fischchen beobachtet, wie nämlich statt der ursprünglich einfachen schlingenförmigen Umbiegung der Arterie in eine Vene mehr und mehr solche Schlingen hinzukommen. Vergl. Meyen,

Isis 1828. Damals wusste man noch nicht, dass die Substanz, in welcher sich diese neuen Strömchen bilden, aus Zellen besteht.

Die Capillargefässe haben an der Ernährung nur in so weit Antheil, als sie den Stoff zur Bildung des Elements der Gewebe hergeben. Bedenkt man wie klein die Elemente der Gewebe, die Muskelfasern, Zellgewebefasern u. s. w. gegen die Capillargefässe sind, und dass bei den Insecten das Gefässsystem sehr einfach ist, und aus wenig verästelten Strömen besteht, so wird man von der einseitigen und mechanischen Vorstellung befreit, dass die Capillargefässe wesentlich ausser der Zufuhr der Substanz bei der Ernährung und Bildung der Elemente der Gewebe eine Hauptrolle spielen sollen. Man bedenke nur, dass das Mikroskop an dem Flügelstaub der Insekten noch Configurationen nachweist, welche nur durch die stärksten Vergrösserungen sichtbar gemacht werden können, und dass hinwieder die Saftbewegung bei diesen Thieren so einfach ist. Die Bildungen der Elementartheile der Gewebe gehen in dem durch die Gefässwände durchgehenden, und die Gewebe tränkenden von ihnen angezogenen *Liquor sanguinis* vor sich und die angeführten Thatsachen beweisen, dass diese Organisation weit von dem Einfluss der Gefässe entfernt in dem bildsamen Stoffe vor sich gehen kann. Der *Liquor sanguinis* selbst strebt zur Organisation. In der Entzündung und im Uterus nach der Conception ergossen, ist er anfangs homogen, aber später untersucht zeigt das ältere Exsudat schon deutliche Spuren von Faserbildung. Bei der Ernährung erhält diess Streben eine bestimmte Richtung durch die schon vorhandenen Elementartheile der Gewebe, und durch die noch vorhandene organisirende Kraft, welche im Keim alle nur *potentia* vorhandenen Elemente des Ganzen *actu* zur Erscheinung brachte, und im Erwachsenen auf die Produkte fixirt, ihre Thätigkeit fortsetzt.

Je nachdem die Gewebe von Gefässen durchzogen sind oder sie völlig entbehren, erhalten sie das zur Gestaltung der Zellen nöthige Cytoblastem, den *Liquor sanguinis* entweder an allen Stellen ihres Innern, oder sie erhalten ihn bloss an der Oberfläche von dem nächsten von Blutgefässen versehenen Theil. Im erstern Fall werden die Gewebetheilchen eines Organes durch die ganze Masse desselben vegetiren, und das Organ wächst gleichsam von innen nach allen Richtungen, im letztern Fall kann die Vegetation bloss in der Nähe der gefässreichen Schichte geschehen, und das Gewebe kann nur durch Ausbildung von Schichten organisirter Theilchen, Zellen aus Cytoblastem wachsen. Die erste Art des Wachsthums kann Wachsthum durch Intussusception, die letzte durch Apposition genannt werden.

1. Wachsthum durch Intussusceptio.

Alle Gebilde, welche durch und durch von Blutgefässen durchzogen sind, wachsen in dieser Weise. Schon oben p. 174 wurde bewiesen, dass viele Theile, welche man hin und wieder für gefässlos hält, in der That sparsame Blutgefässe besitzen, wie die

Cornea, die Knorpel, die Linsenkapsel. Das Cytoblastem wird den vegetirenden Knorpelzellen nicht bloss von den Gefässen der Beinhaut geliefert, wie Schwann glaubte, sondern von Gefässen, welche ins Innere des Knorpels eindringen, aber sehr sparsam sind.

Uebrigens schliesst der Besitz der Blutgefässe in einem Gebilde nicht aus, dass solches mehr an gewissen Flächen wachse. Diess ist vielmehr gerade bei den Knochen der Fall. Die Knochen verändern sich zwar in ihrer ganzen Dicke während des Wachsthums, aber sie wachsen vorzugsweise an der Oberfläche und an den Enden, indem hier neue Knorpelschichten entstehen und ossificiren. Während aber die Knochen nach aussen hin sich vergrössern, wird das Innere der Knochen, was früher Knochen gewesen, wieder resorbirt und Knochenhöhle. Die hieher gehörenden Thatsachen findet man in E. H. Weber's classischem Werke über die Anatomie des Menschen im ersten Theile desselben und im *Dictionnaire des sciences médicales, art. osteogenie. T.* 38. *p.* 445. zusammengestellt. Nach Duhamel umschliesst ein um einen Röhrenknochen eines jungen Thieres gelegter Ring nach einiger Zeit nicht mehr den Knochen, sondern das Knochenmark. Stifte in die Diaphyse eines Röhrenknochens bei einem noch jungen Thiere eingeschlagen, entfernen sich nach Hunter's Versuchen wenig am mittlern Theil der Diaphyse, aber sehr viel, wenn sie die Enden der Diaphyse einnehmen. Die Knochen verändern sich übrigens bis in das höchste Alter, wie denn z. B. im hohen Alter die Hirnschale dünner wird, indem die schwammige Diploe zum Theil verschwindet.

Die Färberröthe, *Rubia tinctorum,* welche eine chemische Verwandtschaft zur phosphorsauren Kalkerde hat, und bei der Fütterung von allen Theilen vorzugsweise nur die Knochen und die Zähne roth färbt, färbt bei den Knochen das ganze Gewebe roth. Bei den jungen Tauben hat diese durchgängige rothe Färbung der Knochen nach Morand und Gibson schon in 1 Tage statt, während die Knochen erwachsener Tauben erst nach 14 Tage langer Fütterung rosenroth werden. Duhamel fand, als er die Thiere abwechselnd mit Färberröthe fütterte, und wieder nicht fütterte, abwechselnde Schichten. Zur Zeit der Fütterung mit Färberröthe wurde die äusserste Schichte roth gefunden. Wurde die Fütterung mit Färberröthe einige Zeit ausgesetzt, so war die rothe Schichte von einer weissen Schichte bedeckt. Daher schloss er, dass die Knochensubstanz schichtweise an der Oberfläche des Knochens sich bilde, wie die Lagen des Holzes aus dem Baste. Diese Ansicht ist neuerdings von Flourens durch Versuche mit gleichem Resultate erneuert worden. *L'Institut journ. gén.* 1840. *N.* 322. Gibson bemerkte schon mit Recht, dass die Röthung der Knochen bei Thieren, die mit Färberröthe gefüttert werden, nichts mit der Ernährung der Knochen zu schaffen habe, dass es eine einfache Färbung der Knochen durch im Blute verbreitete Färberröthe sei, und dass diese Röthe den Knochen von ihren Blutgefässen überall zugeführt werde. Meck. *Arch.* 4. 482. Wenn dem so ist, so muss die Röthe solcher Knochen in den tieferen Schichten sowohl wie in den oberflächlichen sich bemerk-

lich machen, und so ist es in der That. In MORAND's Versuchen werden die Knochen erwachsener Tauben durchweg roth und DUHAMEL sah selbst, dass die Knochen eines Hahns in 16, die einer Taube in 3 Tagen in ihrer Dicke roth wurden. So war es auch in den Knochen von Vögeln und Säugethieren, die ich untersuchte. Es ist entschieden falsch, dass sich nur an der Oberfläche eine rothe Schichte von Knochen bilde. Wird nun aber die Fütterung mit Färberröthe längere Zeit ausgesetzt, so werden sich die rothen Theile des Knochens entweder durch das Wachsthum ausdehnen, wenn der Knochen überall gleich wächst, und der Knochen wird überall roth bleiben, oder es wird die neugebildete Knochensubstanz eine weisse Schichte über der rothen bilden, und daraus folgt allerdings, dass der Knochen hauptsächlich an der Oberfläche Substanz ansetze. Diess ist nun in der That durch die Versuche von DUHAMEL und FLOURENS erwiesen.

Kürzlich haben SERRES und DOYÈRE die Ansicht von GIBSON, der wir schon bisher beigetreten waren, neuerdings gegen FLOURENS geltend gemacht. *Ann. d. sc. nat. T.* 17. 1842. *p.* 153. Sie zeigen auch, dass die Röthe nicht alle Theilchen der Knochen gleichmässig, sondern die Oberflächen der Gefässcanälchen der Knochen einnimmt, wo sie abgesetzt wird von den Gefässen, welche theils von der Beinhaut her, theils von der innern Markhaut aus in den Knochen eindringen.

Dass die Knochensubstanz durch die Beinhaut gebildet werde, oder dass letztere schichtweise nach einer Seite hin in Knorpel und Knochen sich verwandele, nach der andern sich von neuem erzeuge, diese Vorstellungen geben über die Bildung der Knochen keine klare Ansicht. Nicht unter der Beinhaut allein, überall, wo Blutgefässe im Knochen sind, in den Markhöhlen und Markkanälchen wird der Knochen verändert, und nimmt der Ansatz der Knochenmasse in den Markkanälchen auf Kosten der letztern und der Diploëzellen zu, so wird der Knochen in seinem Innern verdichtet. In dieser Weise wachsen die Knochen zuweilen bei Ausgewachsenen noch pathologisch *per intussusceptionem* innerlich, ohne im Aeussern ihre Form und Grösse zu verändern.

Die Knochen erhalten von der Beinhaut und von der Markhaut aus Gefässe, sie sterben daher ab, wenn Beinhaut oder Markhaut in einer Strecke zerstört sind; die äusseren Schichten sterben ab bei der Zerstörung der Beinhaut, die inneren bei der Zerstörung der Markhaut der Knochen. Aber die Bildung der Knochenmasse, auch der pathologischen, hängt überall davon ab, dass sich aus den Blutgefässen *Cytoblastem* ergiesse, dass sich dieses in Knorpelzellen und zuletzt in Knochen umwandele. Pathologisch können Ossificationen in jedem Gewebe entstehen, wo Blutgefässe vorhanden sind.

Die Knochen sind anfangs beim Fötus knorpelig, und enthalten zu allererst keine Markzellen, Markkanälchen und Markhöhlen. Diese entstehen zum Theil schon, ehe die Knorpelsubstanz des Knochens durch Vergrösserung des Gehaltes an phosphorsaurer Kalkerde verknöchert. In dem Maasse als die Markkanälchen zunehmen, wächst auch die Menge der Blutgefässe im Knorpel,

die sich nun in den Markkanälchen verbreiten. Während der Ossification wird der Knorpel chemisch verändert, aus Chondrin in Leim, Colla, hierdurch wird der Knorpel zur Aufnahme der Kalksalze befähigt.

Die Verknöcherung findet von einzelnen Knochenkernen aus statt, von welchen aus die Knochenlamellen und sogenannten Fasern (an den platten Schädelknochen radiatim) ausgehen. Der Anfang der Verknöcherung geschieht schon im 2. Monat der Schwangerschaft. Steissbein, Kniescheibe, die meisten Hand- und Fusswurzelknochen verknöchern erst nach der Geburt.

Ein noch nicht ganz aufgeklärter Gegenstand ist die Entstehung der strahligen Körperchen in den Knochen, und ihr Verhältniss zu den früheren Knorpelkörperchen. Gerber (*Handb. d. allgem. Anat. Bern.* 1840) sieht sie als Kerne von Zellen an, und die strahligen Kanälchen als Verlängerungen der Kerne. Bruns (*Lehrb. der allgem. Anat. Braunschweig.* 1841) und G. H. Meyer (Muell. *Arch.* 1841. 210.) bestätigen dies. Ich halte diese Ansicht für gegründet nach dem, was man bei Untersuchung des Enchondroms, einer Knorpelgeschwulst der Knochen sehen kann. Hier sieht man den allmähligen Uebergang der Kerne der Zellen in eckige, geschwänzte, ästige Formen, während die Zellen zu diesen Kernen vollkommen deutlich sind. Auffallend ist aber, dass sich die Strahlen dieser Kerne über den Umfang der dazu gehörigen Zellen verlängern, und diess geschieht an vielen Stellen, ohne dass ihnen hohle Verlängerungen der Zellenmembran den Weg anweisen. Schwann hielt es für wahrscheinlich, dass die Zelle selbst sich zu Knochenkörperchen und ihren Strahlen verwandle, wies aber auch auf die Analogie der Knochenkörperchen mit den Porenkanälen mancher Pflanzenzellen hin, wo sich die Zelle im Innern durch Ablagerung bis auf eine verzweigte Höhlung füllt, welche Ansicht von Henle vorgezogen wird. Ich nehme keinen Anstand nach dem, was ich gesehen, der Ansicht von Gerber beizupflichten.

b. Von dem Wachsthum der gefässlosen Theile durch schichtweise Apposition.

Die durch Apposition entstehenden Theile haben entweder eine bestimmte organische Structur, oder haben keine. Im erstern Fall befinden sich die durch Apposition wachsenden Gewebe der höheren Thiere und auch die Schale der Crustaceen. Im zweiten Fall befindet sich die Schale der Mollusken, welche grösstentheils aus unorganischer Materie, Kalksalzen, besteht und in welcher ausser der Krystallisation der unorganischen Theilchen, und ausser der Schichtbildung keine weitere Structur vorkommt.

Die Form der Schale der Mollusken hängt ganz von der Form ihres Körpers und der Oberfläche ab, welche die kohlensaure Kalkerde, vermischt mit einer thierischen Materie absondert. Die kleinen äussersten Lamellen der Schalen der Muscheln sind zuletzt gebildet. Bournon hat gefunden, dass die kohlensaure Kalkerde in diesen Schichten ein mikroskopisch erkennbares krystallinisches

Gefüge hat, und bei der Auster ist es sehr deutlich. Bei den Wirbelthieren wachsen durch schichtweise Apposition organischer Structuren die Epithelien, Zahngewebe und Gewebe der Krystalllinse.

I. Epidermoidalgebilde. Hierher gehören die Epidermis der Haut, und das Epithelium der Schleimhäute, die Haare, die Stacheln, die Nägel, Klauen, Hufe, die Hörner, die Federn.

a. *Epidermis, Epithelium.*

Die Oberhaut, Epidermis, besteht aus Schichten von Blättern, die man wenigstens deutlich an der Oberhaut der Hohlhand und Fusssohle, besonders durch Kochen, nachweisen kann. Die innerste Lage der Epidermis ist noch weich, und wird gewöhnlich Malpighisches Netz genannt. Die Oberhaut des Negers ist schwärzlich, noch mehr aber die innerste Schichte derselben, oder das Rete Malpighii.

Die feinere Structur der Epidermis und des Epitheliums ist durch die Beobachtungen von Leeuwenhoek, Raspail, Purkinje, Valentin und Henle aufgeklärt worden. Die Epidermis besteht aus pflasterförmigen mikroskopischen platten Stückchen, wovon jedes einen Kern enthält. Das Rete Malpighii enthält die Pigmenta, wenn solche vorhanden sind, als eingestreute, gefärbte, bläschenartige Körperchen. Seine innere Fläche ist mit vielen den Papillen der Haut entsprechenden Vertiefungen versehen, wodurch die Zwischenstellen netzförmig werden, daher der Name. Das Epithelium der Schleimhäute ist auch pflasterförmig, und jedes Stückchen enthält einen Kern; diese Stückchen stossen sich beständig ab, daher man gewöhnlich welche im Speichel und Schleim des Mundes mit dem Mikroskop auffindet. Die Epitheliumstückchen sind entweder dünn, plättchenartig, wie im Munde, an der Conjunctiva, hier liegen sie mehrfach auf einander. Im Darmkanal sind sie dagegen höher und stellen basaltartig nebeneinanderstehende Cylinder dar, wovon jeder einen Kern enthält, wie Henle gezeigt hat. Selbst die Zotten sind noch von diesen Körpern bedeckt. Von dem Durchscheinen der Kerne der Cylinder ist die falsche Ansicht von Oeffnungen enstanden.

Das gefässreiche Corium scheidet das Cytoblastem aus seinen Blutgefässen; dieses formirt sich wie anderswo in Kerne und Zellen. Die jüngsten oder untersten Zellen sind nach Henle rundlich und noch saftig, im Verfolg ihrer Entwickelung, um die äussersten zu ersetzen, werden sie abgeplattet und verlieren allmählig ihren Zelleninhalt, bis sie zuletzt in hornige Plättchen verwandelt werden. Das Epithelium des Darmkanals verwandelt sich niemals in Horn.

Die Zellen der Oberhaut und des Epitheliums werden also schichtweise an ihrer Matrix erzeugt. Wird die Oberhaut bei der Hautentzündung, wie sie durch das Legen eines Blasenpflasters oder bei der Verbrennung entsteht, durch das unter ihr abgesonderte Serum aufgehoben, so erzeugt sie sich wieder; eben so geht sie bei der Hautentzündung durch Exantheme in Lappen verloren, und erzeugt sich wieder. Beim Menschen und bei den Säugethieren wird sie von Zeit zu Zeit in kleinen Läppchen abgestossen, bei den Amphibien zusammenhängend bei dem Häuten,

eben so bei den Insekten vor ihrer Verwandlung, und bei den Spinnen. Bei den Schlangen, welche eine von der Cutis gebildete Kapsel über dem Auge besitzen, hinter welcher sich das Auge frei bewegt, und welche an der innern Seite von der Conjunctiva überzogen ist, sondert diese Kapsel äusserlich auch Epidermis ab, die beim Häuten mit abgeworfen wird.

Bei den Schildkröten und Crocodilen wird die Epidermis an mehreren Stellen in stärkern, aus Lamellen bestehenden Hornplatten abgesondert. Unter den Schildern der Crocodile liegen auf dem Rücken Knochenkerne, Hautknochen. Diese sind aber organisirt, auch die Schuppen der Eidechsen, die oft ganz hart sind, sind keine blossen Hornplatten, sondern enthalten, wie z. B. bei den Leguanen, Blindschleichen, härtere organisirte Schuppenkörper, welche die Hornsubstanz bloss in dünnen Lamellen als Epidermis absondern.

Bei den Hautschwielen des Menschen wird die Oberhaut zu dicken Schichten gebildet; bei der *Ichthyosis* werden die pflasterartigen Stückchen der Epidermis zu langen Cylindern und palisadenartigen Hornfasern.

Vom Wasser quillt die Oberhaut selbst am lebenden Körper auf, durch Kochen wird sie nicht weiter verändert. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie allmählig, von Alkalien leicht aufgelöst; von salpetersaurem Silber wird sie grau, zuletzt schwärzlich, auch beim langen innern Gebrauche des salpetersauren Silbers, wobei das Silber sich mit dem Schwefel der thierischen Theile zu Schwefelsilber verbindet. Mit Gerbestoff, welcher sich mit dem Corium beim Gerben verbindet, verbindet sich die Epidermis nicht. Die Epidermis bildet sich nach Meckel bei dem Embryo schon im 2. Monat.

b. *Nägel, Klauen, Hufe.*

Die Nägel stecken bekanntlich mit ihrem hintern Theile oder mit der Nagelwurzel in einer Vertiefung des Coriums. Diese Vertiefung ist mit Papillen besetzt, auch der Theil des Coriums, worauf der Nagel aufliegt, ist mit in Längsreihen gestellten Papillen besetzt. So weit der Nagel hinten weiss ist, ist das Corium weisslich, so weit er röthlich ist, ist es röthlich, so dass diese Farbe bloss durchscheint. Nach M. Weber (*Zergliederungskunst* 1.) und Lauth (*Mémoire sur divers points d'anatomie*) läuft die Epidermis unter dem Nagel bis zum hintern Ende des Nagels weg, und schliesst sich auch oben an das hintere Ende des Nagels an. Nach Lauth wird die Nagelsubstanz schichtweise theils von dem Corium, worauf der Nagel liegt, theils noch mehr hinten von dem Boden der Furche abgesondert, so dass er theils in der Dicke wächst, theils durch Apposition von hinten vorgeschoben wird. Man begreift indess hier nicht das Fortlaufen der Epidermis unter dem Nagel, welche Epidermislamelle Lauth für die tiefe Schichte des Nagels hält. Gehen Nägel verloren und ersetzen sich wieder, so kann man sich überzeugen, dass die eigentliche Substanz des Nagels nur aus der Furche kommt und dass auf der Oberfläche nur Epidermislamellen gebildet werden, die im gesunden Zustande mit dem Nagel conglutiniren. Krankhaft gebildete gekrümmte

Nägel bestehen aus dachziegelförmig aufeinander und hintereinander liegenden Schichten, so dass die Schichten schief von oben und hinten nach unten und vorn gerichtet sind. Aus solchen besteht auch der gesunde Nagel nach HENLE. Die jüngste oder hinterste Schichte des Nagels besteht beim reifen menschlichen Embryo, wie SCHWANN' zeigt, aus polyëdrischen Zellen. Durch Ausfüllung der Zellen und Verwachsen derselben bildet sich daher die feste Substanz des Nagels. Bei den Hufen wird die Hornsubstanz nicht von einer Furche, sondern von einem bestimmten Theile der Oberfläche des Fingergliedes abgeschieden. Die Nägel entstehen nach J. FR. MECKEL erst im 5. Monate des Fötuslebens.

c. *Haare.*

Die Bildungsstätte der Haare ist der Haarbalg, ein längliches Säckchen, auf dessen Boden das Haar durch den noch weichen Theil, die Haarwurzel oder den Haarknopf, befestigt ist. Es besteht aus zwei Substanzen, einer Rindensubstanz und Marksubstanz. HEUSINGER (*Syst. d. Histolog. Eisenach* 2. 1823.), EBLE (*die Lehre von den Haaren. Wien.* 1831.) und GURLT (MÜLL. *Arch.* 1836. 263.). Die Rindensubstanz besteht aus Längsfasern, deren Trennung von einander das Zersplittern der Haare verursacht. In der faserigen Masse erblickt man längliche gleichlaufende Figuren, wie verlängerte Kerne von Zellen (HENLE), die aus Kernen zu entstehen scheinen, aber nach REICHERT späterhin Lücken in der faserigen Masse sind. Auf dieser Rindensubstanz liegt noch ein Ueberzug von Schüppchen, G. H. MEYER, FRORIEP, *N. Not. p.* 334. Sie sind die Ursache, dass das Haar zwischen den Fingern gedreht, nach einer Seite fortrückt. Die Marksubstanz besteht aus Körnchen, in den Haaren der Thiere, z. B. des Schweins, oft deutlich aus Zellen, und auch in den Haaren des Menschen bilden sich die Körnchen der Marksubstanz aus Zellen, wie man in dem dicken untersten Theile des Haares, dem Haarknopfe, sieht. Auch die faserige Substanz des Haars scheint sich aus Zellen des Haarknopfes zu bilden, deren Kerne sich zugleich verlängern. Endlich nimmt auch der schuppige Ueberzug des Haars aus Zellen seinen Ursprung. S. HENLE a. a. O. p. 292.

Die Epidermis setzt sich in den Haarbalg fort bis auf dessen Grund, wo der Haarknopf an der Cutis festsitzt, hier schliesst sie sich an den Haarknopf an, so dass das Haar an dieser Stelle die Epidermis ersetzt. Das Haar besitzt aber, so weit es im Haarbalge liegt, noch eine besondere Scheide. Nach CORDA und HENLE besteht sie aus zwei Blättern, wovon die innere eine durchlöcherte Membran ist; wahrscheinlich bildet sie sich aus verschmelzenden Zellen, deren Kerne resorbirt werden. Die Scheide gleicht dem Theil der Epidermis, der sich auf den Anfang des Nagels auflegt.

Das Wachsthum der Haare geschieht durch immer weitere Apposition von Bildungstheilchen am Insertionspunkte des Haares. An keiner andern Stelle wächst das Haar; die äussersten Theile des Haares sind daher die zuerst gebildeten. Doch fährt das Haar fort, Säfte von der Basis, namentlich Fett, zu leiten. Nach MANDL

soll selbst das Haar noch in sofern vegetativ sein, als sich Haar an einer Schnittwunde abrundet.

Der Keim des Haars hat seine Entwickelungszustände, und von diesen hängt natürlich die verschiedene Form des Haares an verschiedenen Theilen seiner Länge, und die bei Thieren oft vorkommende Farbenverschiedenheit an verschiedenen Theilen seiner Länge ab. So ist auch der Anfang der Stacheln spitz, der mittlere Theil ist der breiteste, und das Insertionsende ist wieder dünner. Da diese Theile successiv hintereinander gebildet werden, so kann die verschiedene Dicke der ebengebildeten Theilchen nur von verschiedenen Entwickelungszuständen der Matrix abhängen. Dass etwas Aehnliches bei den Haaren stattfindet, zeigt das nicht seltene Vorkommen von Haaren, deren Insertionsende dünner ist. Diese Entwickelungszustände des Keims sind am deutlichsten und merkwürdigsten bei der Entstehung der Federn.

Die Talgdrüsen der Haut münden in der Regel in die Haarbälge; sie liegen in der obersten Schichte der Cutis und sind traubenförmig, wie Gurlt (Muell. *Arch.* 1835. 399.) gezeigt hat. Sie bestehen aus kleinen Bläschen, deren Ausführungsgänge zu einem oder mehreren Gängen vereinigt in den Haarbalg ausmünden. An Stellen, wo keine Haare sind, mündet ein gemeinschaftlicher Ausführungsgang unmittelbar nach aussen. Die Haare des Weichselzopfes sind nicht von anderen Haaren verschieden, als dass sie sich unter einander verwirren.

In Hinsicht der chemischen Zusammensetzung der Haare folge ich Berzelius Thierchemie. Die Haare bestehen aus Hornstoff, ihre verschiedene Farbe rührt nach Vauquelin von einem gefärbten Fett her; beim schwarzen Haare zugleich von Eisen, Schwefeleisen? Nach Ausziehen des Fettes, vermittelst Alkohol oder Aether, wird das Haar graugelb, so dass im Alter die graue Farbe der Haare von einem solchen Fehler in der Absonderung der Bildungstheile des Haares herrührt, dass das gefärbte Fett fehlt. Der Hornstoff wird weder von Wasser, noch von Alkohol, noch von Aether aufgelöst. Concentrirte Schwefelsäure löst ihn nicht auf. Das von kalter Salpetersäure aufgeweichte Horn löst sich hernach beim Kochen mit Wasser zu einer Flüssigkeit, die nach dem Abdampfen beim Erkalten gelatinirt. Diese Gallerte wird indess von kaltem Wasser wieder aufgelöst, die Auflösung durch Gerbestoff gefällt. Kaustische fixe Alkalien lösen den Hornstoff leicht, kaust. Ammonium gar nicht auf, wodurch sich der Hornstoff sehr von coagulirtem Faserstoff und Eiweiss unterscheidet. Von letzterem unterscheidet er sich auch durch seine Unauflöslichkeit in Essigsäure, und dass sich der Hornstoff mit Kali zu einem seifenartigen Körper, Hornkali, vereinigt. Im papinschen Digestor gekocht, lösen sich die Haare nach Vauquelin in Wasser auf. Die Auflösung enthält Schwefelwasserstoff. Chlor entfärbt die Haare, und vereinigt sich hernach damit zu einer klebrigen bittern Materie. Epidermis und Haare vereinigen sich mit Metalloxyden; sie werden schwarz von salpetersaurem Silberoxyd, wobei der Schwefel des Haares mit dem Silber sich zu Schwefelsilber verbindet. Berzelius *Thierch.* 299. Beim Erhitzen

schmilzt das Haar, und verbrennt leuchtend mit Horngeruch; bei der trocknen Destillation entwickelt es Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Die Asche des Haares macht nach VAUQUELIN $1\frac{1}{2}$ pCt. vom Gewichte des Haars. Sie enthält Eisenoxyd, eine Spur von Manganoxyd, schwefelsaurem, phosphorsaurem, kohlensaurem Kalk und eine Spur von Kieselerde; die schwarzen Haare enthalten am meisten, die hellen am wenigsten Eisen; letztere dagegen phosphorsaure Talkerde.

d. *Stacheln.*

Ueber den Bau und das Wachsthum der Stacheln siehe dieses Handb. 1. Aufl. p. 368. BOECKH, *de spinis hystricum. Berol.* 1834. und MUELLER's *Archiv* 1835. *p.* 236.

e. *Hörner.*

Mit den Hörnern muss man nicht die Geweihe verwechseln. Letztere sind zu einer gewissen Zeit von Blutgefässen durchzogen, die Hörner nie; die Matrix der Hörner ist die Oberfläche knöcherner Fortsätze; die Stirnhörner der wiederkäuenden Thiere bilden sich durch schichtförmige Absonderung der Hornsubstanz auf der Oberfläche der knöchernen Matrix des Horns oder des Stirnbeinfortsatzes, welcher die Form des Horns bestimmt; diese Schichten verhalten sich also so, dass eine gleichsam in der andern steckt, und dass die jüngeren zugleich die unteren und inneren sind, und immer eine grössere Basis erlangen. Das Horn des Nashornes hat keine innere Matrix wie die Stirnhörner der Wiederkäuer, sondern geht von der Nasenhaut aus. Diese Hörner sind also solid, und haben das Eigenthümliche, dass sie aus lauter Fasern, gleichsam aus verklebten Haaren, bestehen.

f. *Federn.*

Die Federn bestehen 1) aus dem hohlen Kiel, der in seiner Höhle ein vertrocknetes, früher organisirtes Gewebe, die Federseele, einschliesst; 2) aus dem Schafte, der Fortsetzung des Kiels; 3) aus der Fahne mit ihren Strahlen, die wieder feine Nebenstrahlen ausschicken. Die Dunen besitzen nach NITZSCH's Beobachtungen knotige Nebenstrahlen. Die Enstehung der Federn haben ALB. MECKEL (REIL's *Arch.* 12. 37.), DUTROCHET (*J. d. physiol.* 88. 333.), FR. CUVIER (FRORIEP's *Not.* 317.) und SCHWANN beobachtet.

Die Feder steckt in dem Federbalge, der nach MECKEL von der Oberhaut bekleidet ist. Auf dem Boden des Balges ist die Feder mit ihrem untern Ende oder dem Nabel der Feder befestigt; wird sie ausgerissen, so blutet die hier blossgelegte Haut des Balges. Wenn die Feder entsteht, erhebt sich nach A. MECKEL aus dem Boden des Balges ein conischer Körper, der auf der Oberfläche hornig wird, und sich zu einem Cylinder entwickelt. Das Innere dieser hornigen Scheide ist mit gallertartiger organisirter Masse, dem Federkeim, angefüllt, während die hornige Scheide des Keims zur Bildung der Feder zunächst nichts beiträgt. Mit dieser Scheide wächst der Federkeim aus dem Balge hervor, die Scheide wächst anfangs mit der jungen Feder gleich fort; erhält bald oben eine Oeffnung, aus welcher der Anfang der Federfahne oder vielmehr das zuerst gebildete Ende der Feder-

fahne mit dem Ende des Schaftes hervortritt. Wenn die Feder successiv bis zu dem zuletzt entwickelten Kiele gebildet ist, verklebt die Scheide mit dem Horne des Kiels, von welchem man die Scheide an ausgewachsenen Federn in Form von Fetzen abziehen kann.

Schneidet man die Scheide, worin die Pulpa der Feder liegt, auf, so trifft man nach Fr. Cuvier auf eine äussere gestreifte Haut der Pulpa, unter dieser trifft man die Bärtchen der Fahne so gelagert, dass sie den Stamm der Pulpa schief aufsteigend umfassen, während sie nach 2 Richtungen von dem Stamme des Federkeims ausgehen. Unter den Federbärtchen liegt die innere gestreifte Haut, welche zunächst den Stamm der Pulpa umgiebt. Zwischen der äussern und innern gestreiften Haut liegen häutige Scheidewändchen zwischen den Bärtchen der Federfahne. Die Bärtchen der Federfahne bestehen anfangs aus einer breiigen Substanz, welche von der Stelle des Stammes, von welcher hernach die Bärtchen der Federfahne ausgehen, gebildet zu werden scheint. Man weiss nicht, ob zuerst die Enden der Bärtchen entstehen, und durch immer weitere Apposition von Bildungstheilchen wachsen. Es bildet sich das Ende der Federfahne mit dem Ende des Schaftes zuerst, und mit dem Wachsthume werden die unteren Theile der Federfahne und des Schaftes nacherzeugt. Wenn die Federfahne aus der Scheide der Feder in die Luft hervortritt, zerstieben die innere und äussere Membran, welche zwischen den Scheidewändchen früher die Bärtchen der Federfahne eingeschlossen haben. Da der Schaft und die Fahne der Feder sich zuerst entwickeln, so zeigt sich auch derjenige Theil der Pulpa, aus welchem jene entstehen, zuerst; allein sobald der am meisten vorgeschobene Theil der Pulpa seine Bestimmung erfüllt hat, verliert er seine Organisation; sobald er das Mark des Federschaftes erzeugt hat, verliert er seine Gefässe, und trocknet aus. Hierauf verändert der weiter sich entwickelnde untere Theil der Pulpa seine Bestimmung. Er scheidet auf seiner Oberfläche die Hornsubstanz des Kiels ab, mit dem sich zugleich die früher erwähnte hornige Scheide der Feder verbindet. Wenn die Pulpa in dem Kiele zu vertrocknen anfängt, zeigt er Abtheilungen in Zellen durch trichterförmige Septa, wovon ein Trichterchen in dem andern steckt; früher sind die Zwischenräume dieser Trichter mit Mark ausgefüllt, später schwindet dieses, die Scheidewändchen und das häutige Wesen der Pulpa trocknen aus, und der Rest davon bildet hernach die sogenannte Federseele. Diess hat schon A. Meckel sehr gut beobachtet.

Alle Theile der Feder entstehen nach Schwann aus Zellen. Die Marksubstanz der Feder besteht aus Zellen, die an der jungen Feder einen Kern enthalten. Die Fasern der Rinde des Schaftes entstehen durch Verlängerung von Zellen, und aus jeder Zelle entstehen mehrere Fasern. Die Strahlen der Feder bilden sich aus Zellen ganz analog dem Schafte.

II. Vom Zahngewebe. Die Bewaffnung der Kinnladen geschieht theils durch Hornlamellen, wie am Schnabel der Vögel, der Schildkröten, an den Barten der Wallfische, an den Horn-

zähnen des Schnabelthiers; theils durch Knochenzähne. Beide Arten der Organe sind gefässlos und werden durch eine organisirte Matrix erzeugt. Aber der Knochenzahn oder eigentliche Zahn ist kein Horn mit abgesetzten Kalksalzen, sondern enthält als thierische Materie leimgebenden Knorpel, der Hornzahn wahres Horn. Ich erhielt nach der Extraction der Kalkerde aus den Zähnen des Pferdes wahren, sehr gut gelatinirenden Leim durch nicht sehr langes Kochen; Fischbein hingegen lieferte keinen Leim und ist Horn, wie schon John angiebt. Der Leim der Zähne ist nicht Chondrin, sondern wie in den ossificirten Knorpeln Leim. Das Horn ersetzt den Zahnknorpel nur dann, wenn die Zähne keine abgesetzte Kalkerde enthalten, Knorpel oder Leim sind aber durchaus nöthig, wenn die Zähne Knochenzähne sind.

Der feinere Bau der Zähne ist schon von Leeuwenhoek untersucht, aber in neuerer Zeit vollständiger aufgeklärt. S. Purkinje in Fraenkel, *de dentium hum. structura. Vratisl.* 1835. Retzius in Muell. *Arch.* 1837. 486. J. Mueller in Poggend. *Ann. XXXVIII.* Die Zähne des Menschen bestehen aus drei Substanzen: 1) Der röhrigen Zahnsubstanz, welche die Hauptmasse bildet. 2) Dem Schmelz der Krone. 3) Der Rindensubstanz der Wurzel. Die röhrige Zahnsubstanz ist von vielen röhrigen Fasern durchzogen, welche von der Zahnhöhle ausgehen und ihre Richtung gegen die äussere Oberfläche des Zahns nehmen. Auf ihrem Wege theilen sie sich öfter dichotomisch und geben viele feinere Seitenzweige ab. Unter dem Schmelz gehen sie in strahlige Körperchen über, in denen man die strahligen Knochenkörperchen wiedererkennt. Die Zahnröhrchen münden andererseits in die Höhle des Zahns, worin der Rest des Zahnkeims liegt. Sie sind hygroskopisch und nehmen beim Pferd ziemlich leicht Dinte von der Zahnhöhle auf. Diese Fasern sind undurchsichtiger als die feste Zwischensubstanz, die zwischen 2 Röhren ohngefähr das Sechsfache des Durchmessers einer Faser oder Röhre beträgt. Bei reflectirtem Licht erscheinen die Fasern weiss, von Säuren verlieren sie ihre weisse Farbe. Die Röhren lassen sich durch Zerreissen des von der Kalkerde befreiten Knorpels isoliren. Die Kalksalze sind grösstentheils in der Zwischenmasse gebunden. Durch Kochen geschliffener Zahnplättchen in Pottasche konnte ich sie sichtbar machen, dadurch wird nämlich der Knorpel extrahirt. Der Schmelz der Zähne besteht aus aufrecht stehenden Fasern. Wenn der Schmelz noch weich ist, lässt er sich abschaben, er besteht dann im breiartigen Zustande ganz aus schon formirten Nadeln, die an beiden Enden zugespitzt sind. Sie sind an ausgebildetem Schmelz prismatisch, stehen senkrecht auf der Oberfläche der Krone auf und in mehreren Schichten über einander. Die Rindensubstanz der Wurzel (von Purkinje und Retzius beobachtet) hat ganz den Bau der Knochen und enthält Knochenkörperchen mit radialen Kanälchen. Sie kommt an der äussern und innern dem Zahnkanal zugewandten Fläche der Wurzel vor und entsteht wohl durch Ossification angelagerter Theile. Der Kitt an den Zähnen der Wiederkäuer hat dieselbe Structur.

Die Zähne sind Erzeugnisse auf dem innern Hautsystem oder

auf den Schleimhäuten; bei den Haien und Rochen bleiben sie auf der Schleimhaut befestigt und wachsen nicht in den Kiefer ein, bei den mehrsten Thieren verbinden sie sich später durch Wurzeln mit dem innern Skelet der Kiefer oder auch mit dem Eingeweideskelet, wie die Schlundzähne an den Kiemenbogen der Fische. Auch bei den höhern Thieren und dem Menschen gehören die Bildungsstätten der Zähne, die Zahnsäckchen, der Schleimhaut des Mundes an. Die Zahnsäckchen liegen in der Alveolarfurche der Kiefer des Fötus, sie sind zwar später von dem Zahnfleisch bedeckt, aber ursprünglich hängen sie durch Oeffnungen mit der Mundhöhle zusammen. Die Oeffnungen sind zuerst von Hérissant beobachtet, später geläugnet, in neuerer Zeit von Arnold, Linderer, Goodsir wiedergesehen. Die Zahnsäckchen sind daher als Einstülpungen der Mundschleimhaut zu betrachten. Nach Goodsir (*Edinb. med. a. surg. J. XXXI.*) entstehen zuerst ganz frei die Keime der Zähne als Papillen, welche von einer Scheide von ihrer Basis aus umwachsen werden. Dies ist das Zahnsäckchen, welches sich über dem Zahnkeim schliesst.

Die Zahnsäckchen entstehen zum Theile schon im 3. Monate des Embryo. Die Säckchen der Zähne, welche die Milchzähne später ersetzen, entstehen zum Theil vor, zum Theil nach der Geburt. Das Zahnsäckchen wird durch 2 gefässreiche Häute gebildet. Vom Boden des Zahnsäckchens erhebt sich der weiche Zahnkeim, in welchen von unten Gefässe und Nerven treten, und dessen Oberfläche die Form der spätern Krone annimmt. Er ist nach Purkinje und Raschkow (*Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Vratisl.* 1835.) von einem Häutchen, *membrana praeformativa*, bedeckt. Zwischen diesem Häutchen und der Substanz des Zahnkeims bildet sich die röhrige Zahnsubstanz. Der Schmelz dagegen wird auf die äussere Oberfläche des Häutchens aufgesetzt. Die Bildung des Schmelzes geschieht von dem an die innere Fläche des Zahnbalges angewachsenen Schmelzorgan, welches aus senkrechten Fasern besteht. Hunter's äussere Pulpa, Purkinje's *Organon adamantinae*. Der Kitt an den Zähnen der Wiederkäuer und des Elephanten, welcher die Vertiefungen zwischen den Falten der Krone ausfüllt, entsteht wahrscheinlich durch Ossification des Zahnbalges. In der Mitte des Embryolebens beginnt die schichtweise Bildung von Zahnsubstanz an der Oberfläche der weichen Krone des Zahnkeims, in Form von Scherbchen, an den Spitzen der Krone. Die Scherbchen der verschiedenen Kronenspitzen hängen anfangs noch nicht zusammen, allmählig vereinigen sie sich und die weiche Krone wird nun von einer Schale von Zahnsubstanz oben und an den Seiten umgeben. Diese Schale wird die äusserste Schicht der Knochensubstanz der Zahnkrone, und hat denselben Umfang wie die Krone späterhin. Die einmal gebildete Schale wächst nur nach innen durch Apposition von neuen Schichten, während in gleichem Maasse der Zahnkeim verkleinert wird, je mehr er Zahnsubstanz an die Wände der Zahnhöhle von innen absetzt.

Beim Füttern von Thieren mit Färberröthe fand Hunter (*Geschichte der Zähne*, 1778), dass die schon gebildete Zahnsubstanz

nicht geröthet wurde, wohl aber die innerste Schichte des Zahns, welche eben gebildet wurde. Wird ein Thier abwechselnd mit Färberröthe gefüttert, so entstehen abwechselnde rothe und weisse Schichten.

Da die feste Zahnsubstanz bestimmte Structur, und als solche sogleich an den Zahnkeim grenzt, ein weiches Zwischengebilde zwischen Zahnbein und Keim, welches zu Zahnbein würde, nicht vorhanden ist, so kann die feste Zahnsubstanz nicht ferner mehr als blosse Absonderung von Seiten des Keimes angesehen werden, sondern sie scheint durch eine allmählig fortschreitende Ossification des Keimes selbst gebildet zu werden. Eine Ansicht, welche Schwann als wahrscheinlich hinstellte, und für welche Owen und Nasmyth fernere Gründe beigebracht haben. Zwar lässt sich die Knochensubstanz des Zahns leicht von der Pulpa abheben, aber diess scheint doch nicht ohne Zerreissung von weichen Theilen zu geschehen.

Die Pulpa des Zahns besteht nach Schwann an der Oberfläche aus cylindrischen Zellen mit Kern und Kernkörperchen, das Innere der Pulpa aus runden Kernzellen. Die feste Zahnsubstanz zwischen den Röhrchen entsteht aus Fasern, welche sich wahrscheinlich aus den erstern bilden und durch Aufnahme von Kalksalzen verknöchern, während sich die Blutgefässe zurückziehen. Henle hält es für wahrscheinlich, dass die Röhrchen der Zahnsubstanz sich aus den Kernen von Zellen bilden, er sah in der Substanz des Zahnkeims lange Zellen mit gleichfalls verlängerten Kernen. Die verlängerten Kerne verbinden sich zu Kernfasern, von denen auch Queräste abgehen*). Diese Ansicht ist wahrscheinlich, weil sich die strahligen Knochenkörperchen der Knochen nach mehreren Beobachtern aus Kernen von Zellen bilden, die Röhren der Zahnsubstanz aber in strahlige Knochenkörperchen unter dem Schmelz übergehen. Letztere bilden sich wahrscheinlich durch Ossification der *Membrana praeformativa.*

Die Schmelzfasern entstehen wahrscheinlich durch schichtweise Ossification der Fasern des Schmelzorgans.

Zur Zeit des Ausbruchs der Zähne vergrössert sich der Zahn nach unten hin mehr, womit natürlich eine entsprechende Vergrösserung des Keims von unten gleichläuft. Der untere Theil des Keims nimmt die Form der spätern Wurzeln der Zähne an, bildet von oben nach unten fortschreitend immer mehr Zahnsubstanz an seiner Oberfläche, so dass die Wurzeln der Zahnsubstanz die Wurzeln des Keims wie hohle Scheiden umgeben, die anfangs ganz kurz sind, allmählig sich aber mit den Keimwurzeln unten verlängern. Der Anwuchs der Wurzeln ist zugleich die Ursache des Durchbruchs der Zähne durch das Zahnfleisch. Anfangs sind die Wurzeln der Zahnsubstanz nur dünne Scheiden mit weitem Eingange, allmählig wird durch Ansatz der Materie die Zahnsubstanz auch hier dicker, während der Keim dünner

*) Die Bildung von Fasern aus Kernen, Kernfasern, kömmt nach Henle auch bei den von ihm beschriebenen Fasern vor, welche die Muskelbündel und Bündel des Bindegewebes umwickeln.

wird, und nach unten wird die Wurzel des Zahnes zuletzt zur Spitze, gerade so wie bei den Stacheln, deren Wurzel sich nacherzeugt, und ebenfalls dünner ist als der mittlere Theil des Stachels. Zuletzt bleiben an den Wurzeln der Zähne nur Oeffnungen und Kanäle übrig, wodurch die Gefässe und Nerven zu dem Reste des Zahnkeims in der Krone eindringen.

Die sich an der Krone abreibenden Zähne der Wiederkäuer und Pferde, die Nagezähne der Nager, können von unten noch lange auch im spätern Leben nachwachsen. Wenn die Krone der Zähne der Wiederkäuer noch nicht angegriffen ist, haben sie noch keine Wurzeln, und wenn diese sich gebildet haben, ist die Krone abgenutzt. Cuvier, *vergl. Anat.* 3. 117. Die Stosszähne des Elephanten und die Schneidezähne der Nager bleiben an der Wurzel immer hohl, und wachsen durch immer weitere Apposition von Zahnsubstanz an die inneren Wände der Höhle durch den conischen Zahnkeim fort.

Gegen das Wachsthum der Zähne durch Apposition scheint auf den ersten Blick der Umstand zu sprechen, dass man in den Stosszähnen von Elephanten öfter Kugeln gefunden hat, die von allen Seiten von Knochensubstanz umgeben waren. Dieser Einwurf widerlegt sich indess durch die Supposition, dass diese Kugeln in denjenigen Theil des Zahns eingedrungen waren, der eben in der Bildung begriffen war. Die durch den Schuss hervorgebrachte Oeffnung in dem festsitzenden untersten hohlen Theil des Zahns kann, wenn dieser noch dünn war, durch Productionen des Keimes und ihre Verwandlung in Zahnknochen geschlossen werden. Die Kugel ist von unregelmässigem Elfenbein eingeschlossen. S. Goodsir in *transact. Roy. Soc. Edinb. XV.* 1.

So wahrscheinlich es ist, dass die Zähne der meisten Thiere durch Apposition wachsen, so giebt es doch offenbare Ausnahmen davon bei einigen Knorpelfischen. Ich fand z. B. dass die dicken Zahnplatten der *Myliobates* und *Rhinoptera* unter den Rochen, ehe sie ossificiren, schon ihre ganze Grösse erreichen, während sie doch dann bloss aus häutigen Theilen bestehen. Sie enthalten im weichen Zustande viele weite Röhren, die später, indem ihre Wände ossificiren, erstarren, mehr und mehr sich verdicken, während die Kanäle enger werden. Man sieht diesen Bau an den hintersten immer sich nachbildenden Zahnplatten *).

Wenn die Zähne schmerzen, so ist bloss der Zahnkeim empfindlich, ebenso bei dem Empfindlichwerden der Zähne von Säuren. Man fühlt dann an den sich berührenden Zähnen die durch die Säure entstandenen Angriffe auf der glatten Oberfläche derselben, vielleicht wird auch der Zahnkeim direct afficirt, wenn die Säure in die Zahnröhren vermöge der Risse oder Poren des Schmelzes eindringt, und den Zahnkeim selbst afficirt.

Die sogenannte Caries der Zähne ist von der Caries der

*) Ich habe diese merkwürdige Thatsache schon in der 3. Auflage dieses Werkes 1837 p. 388 angeführt, sie geht daher den in neuerer Zeit über die Ossification der Pulpa der Thier- und Menschenzähne angestellten Untersuchungen voraus.

organisirten Knochen wohl zu unterscheiden. Diess ist eine blosse chemische Zersetzung der Zähne bei fehlerhafter Zusammensetzung, eine allmählige Zersetzung durch die Mundflüssigkeiten. Die weissen Zahnröhren unter einer cariösen Stelle der Oberfläche des Zahns verlieren meist bis zu einiger Tiefe ihr weisses Ansehen. Linderer hat mir Zähne gezeigt, die mit Metall eingesetzt waren, und ganz wie lebendige Zähne cariös geworden waren. Uebrigens zeigen die Zähne auch in ihrem vollkommen ausgebildeten Zustande noch Merkmale von organischer Veränderung. In den Rissen des Schmelzes entsteht zum Beispiel eine secundäre Anfüllung mit einer Masse wie Linderer fand. Denn wenn dergleichen Zähne kurze Zeit in verdünnte Säure gelegt werden, so kommt statt des Risses eine erhabene Leiste zum Vorschein.

In Hinsicht des Baues der verschiedenen Thierzähne verweise ich auf Cuvier und Meckel in Cuvier's *vergleichende Anat.*, übers. von Meckel. 3. Retzius *a. a. O.* und Owen's *odontography. London.* 1840.

Was die chemische Zusammensetzung der Zähne betrifft, so unterscheidet sich der Schmelz von der Knochensubstanz des Zahnes dadurch, dass Letztere viel mehr thierische Substanz (Knorpel) enthält.

Die Verschiedenheit zwischen beiden Substanzen ergiebt sich aus Berzelius Analyse derselben vom Menschen.

	Schmelz.	Zahnknochen.
Thierische Substanz	—	28,0
Phosphorsaurer Kalk mit Fluorcalcium	88,5	64,3
Kohlensaurer Kalk	8,0	5,3
Phosphorsaure Talkerde	1,5	1,0
Natron mit etwas Kochsalz	—	1,4
Alkali, Wasser, thier. Substanz . .	2,0	—
	100,0	100,0

Der Kitt an den Zähnen des Rindes besteht nach Lassaigne aus 42,18 thierischer Materie, 53,84 phosphors. Kalk, 3,98 kohlens. Kalk.

Die Hornzähne des Schnabelthiers stehen mit einer breiten Fläche auf dem Zahnfleische, und bestehen aus hohlen Hornfasern. Heusinger a. a. O. 197. Die Zähne des *Orycteropus* bestehen auch aus senkrecht stehenden conglutinirten Röhrchen, zu denen nach Cuvier Blutgefässe gehen. Diese Zähne sind nicht hornartig; aber die Zähne des Schnabelthiers enthalten nach Lassaigne 99,5 hornartige Masse, und 0,3 Knochenerde.

Diese Zähne bilden offenbar den Uebergang zu den Barten der Wallfische, welche hier die Zähne ersetzen. Hierüber haben Heusinger und Rosenthal (*Abhandlungen der Akademie zu Berlin.* 1829) Untersuchungen angestellt. Nach Rosenthal bestehen die Barten aus vielen grösseren und kleineren, etwas gekrümmten Hornplatten, welche mit ihren schwach konkaven Flächen nach vorn, mit ihren konvexen nach hinten, mit ihren scharfen Rändern nach aussen und innen gerichtet sind; sie stehen also quer parallel, und sind ½ Zoll von einander entfernt. An ihrer Basis,

mit der sie auf dem Oberkiefer aufsitzen, werden sie durch ein 2 Zoll breites Hornband, welches alle Blätter wie ein Kranz umfasst, vereinigt. Jede einzelne Platte besteht aus einer äussern und innern Substanz; die Marksubstanz bildet parallele Röhren, die am untern Rande der Platte in borstenartige Fasern übergehen. Im untersten Theile jeder Platte weichen die Lamellen der Rinde von einander, und hier entsteht eine Höhle, in welche die Keimhaut der Barten hineinreicht. Jede Barte ruht auf einer über 1 Zoll dicken gefässreichen Haut. Diese bildet unter jeder Platte einen hervorragenden Fortsatz, welcher in den hohlen Raum an der Basis der Platten dringt, und in fadenartige Verlängerungen übergeht, mit denen sie in die Röhrensubstanz bis zu den Borsten der Barten dringt. Die Gefässe der Keimhaut der Barten dringen bis in die Röhren der Barten nach Rosenthal ein. Zwischen den Fortsätzen der Keimhaut, die in die untere Höhle einer Barte eindringen, liegt eine weisse hornige Masse, welche sich in die Rindensubstanz der Barten fortsetzt. Siehe die schönen Abbildungen Rosenthal's a. a. O. *tab.* 1—3.

III. Vom Gewebe der Krystalllinse. Die Linse des Auges besteht aus concentrischen Blättern, die übereinander liegen. Diese bestehen wieder aus Fasern. Man denke sich vom Mittelpunkte der vorderen Fläche oder vom Pole der Linse 3 Linien so gegen den Rand der Linse gezogen, dass sie die Fläche in 3 Felder theilen. Die Fasern gehen nun parallel vom Rande der Linse innerhalb ihrer Schichte, schief gegen diese 3 Linien, wodurch 3 gefaserte Felder jeder Schicht entstehen. Brewster hat gezeigt, dass die Fasern der Linse durch ihre zackigen Ränder an den Seiten ineinander greifen. Die zahnartigen Zacken sind bei den Fischen am deutlichsten.

Die Matrix der Krystalllinse ist die Linsenkapsel. Die Blutgefässe der Linsenkapsel sind schon p. 174 beschrieben worden.

Valentin (*Entwickelungsgeschichte.* 203.) sah beim Embryo die Fasern der Linse aus dem Aneinanderreihen und Verschmelzen von Kugeln entstehen. Nach Schwann entstehen sie aus Zellen, welche sich einzeln in hohle Schläuche, die Fasern, verlängern. E. H. Weber's Beobachtungen sprechen für das Verschmelzen mehrerer Zellen. Die jungen Zellen trifft man übrigens auch beim Erwachsenen unter der Linsenkapsel frei an, wo sie im *Liquor Morgagni* schwimmen. Die Schichten der Linse bilden sich also von innen nach aussen durch neue Faserlagen, so dass die äussersten die jüngsten, diejenigen des Linsenkerns die ältesten sind.

Die chemische Zusammensetzung der Linse ist von Berzelius untersucht. Die Materie der Krystalllinse ist grösstentheils in Wasser löslich. Diese Materie coagulirt von Hitze, und anderen Einflüssen, wie Eiweiss und Farbestoff des Blutes. Die nach dem Coaguliren übrig bleibende Flüssigkeit ist schwach sauer, und enthält Osmazom mit den dasselbe begleitenden Salzen.

Eiweissartige Materie	35,9
Alkoholextrakt mit Salzen	2,4
Wasserextrakt mit Spuren von Salzen . .	1,3

In Wasser unlösliches thierisches Wesen .	2,4
Wasser	58,0

Die Asche der Krystalllinse ist etwas eisenhaltig. Die Menge Alkali und Kochsalz mit etwas phosphorsaurem Kalke beträgt 0,005 vom Gewichte der frischen Krystalllinse. Die eiweissartige Masse verhält sich nach Berzelius wie Globulin. Nach Simon enthält die Linse ausser Eiweiss auch Käsestoff. Mulder fand in der Substanz der Krystalllinse keinen Phosphor, aber Phosphorsäure und freien Schwefel, aber weniger als im Fibrin, Casein und Albumin.

III. Capitel. Von der Wiedererzeugung.

Dadurch, dass die schaffende organisirende Kraft, welche im Keim des Embryo alle Theile des Thiers gleichsam als nothwendige Glieder seines Begriffes erzeugt, in der Ernährung fortwirkt, ist Erholung, Genesung und Wiedererzeugung eines Verlustes in einer gewissen Grenze möglich. Die Regenerationskraft ist um so grösser, je jünger ein zusammengesetztes Thier, und je einfacher überhaupt ein Thier gebildet ist. Die Larve der nackten Amphibien, welche selbst noch erst manche Theile erzeugt, die bei anderen Thieren im Embryozustande entstehen, wie die Genitalien, ist auch fähiger, einen Verlust wieder zu erzeugen, als das erwachsene Thier; die Insekten-Larven erzeugen oft verlorne Theile wieder, die Insekten nach der Verwandlung nicht. Bei den niederen Thieren, wie Polypen, Würmern, erzeugen sich selbst Theile des Ganzen wieder zu einem neuen Ganzen. Man kann sich die allmählige Abnahme der Regenerationskraft mit der Entwicklung und mit der Zusammensetzung eines Thieres nicht anders verständlich vorstellen, als dass die organisirende Kraft durch die Entwicklung und durch die Erzeugung der Organe gleichsam mehr vertheilt wird, und sich an die einzelnen Organe mehr bindet.

Polypen, die in transverseller oder longitudineller Richtung durchschnitten sind, erzeugen sich wieder, ja selbst kleinere Stücke des Polypen werden wieder zu ganzen Thieren. Stellt man sich den ganzen Polypen als ein System von an Kraft ähnlichen Theilchen, Zellen, vor, die nur so lange dem organisirenden individuellen Princip unterworfen sind, als sie eine gewisse Verwandtschaft haben, und denkt man sich die individuell organisirende Kraft als das Resultat des Zusammenwirkens der Theilchen, so werden abgeschnittene Stücke wieder Systeme ähnlicher Theilchen enthalten. Das organisirende Princip wirkt hier wieder durch die Verwandtschaft der Theilchen zu einander, dass das Stück zu der Organisation eines neuen Polypen umgewandelt wird. Erreicht der Polyp eine gewisse Grösse, ist dann das System von an Kraft ähnlichen Theilchen gross geworden, so scheint in kleineren Theilen des Polypen eine grössere Verwandtschaft der Theilchen zu einander zu entstehen, als sie zum Ganzen behalten, und so tritt ein Streben ein, einzelne Polypensprossen zu bilden, die sich ab-

stossen und selbstständig werden. Deswegen werden auch die Fetzen eines Polypen individualisirt, sie trennen sich bald von dem Mutterpolyp als neue Individuen.

Wendet man diese Facta auf die Keime der höheren Thiere an, so werden diese nur so lange theilbar und regenerationsfähig seyn, als sie noch aus einer homogenen Substanz bestehen, welche die Kraft zur individuellen Organisation noch in allen Theilen gleich enthält. Denkt man sich, dass die Keimscheibe eines höheren Thieres, entweder wo später der Kopf, oder wo später der Schwanz entsteht, durch irgend eine unbekannte Ursache bis auf eine gewisse Strecke sich theile, oder auch ohne Spaltung nach einer Richtung der Achse doppelte Theile entwickele, so werden, so gut wie bei einer in 2 noch zusammenhängende Fetzen getheilten Planarie, 2 Köpfe oder 2 Schwanztheile entstehen müssen, und eine Doppelmissgeburt wird entstehen. J. Mueller, Meck. *Arch.* 1828. 1. Die Doppelmissgeburten sind weder ganz durch Theilung eines Keims noch durch Verwachsung zweier Keime erklärlich. Ein grosser Theil der Doppelmissgeburten wird besser durch Verwachsung zweier Keime oder durch Entstehung zweier Embryonen in einer Keimhaut, die hernach verwachsen, erklärt, besonders wenn die getrennten Theile gross sind. Dass diese Verwachsung von Embryonen existirt, geht als gewiss aus den Fällen hervor, wo die Embryonen nur durch einen kleinen Theil, wie z. B. durch den Hinterkopf in Barkow's Fall, verwachsen sind. (Barkow, *de monstris duplicibus verticibus inter se junctis. Berol.* 1821.) Embryonen, welche bloss durch das Gesicht zusammenhängen und in der Schnauze einfach sind, sonst aber doppelt, oder Doppelmissgeburten mit einem Kopfe und getrennten ganzen Rümpfen kann man nicht wohl aus Theilung erklären, sie entstehen wohl durch Verwachsung und Verschmelzung der Keime mit denjenigen Stellen, wo gleichnamige Theile entstehen sollten, Schnauze mit Schnauze oder auf andere Art, wo die gleichnamigen Theile eine gewisse Anziehung auf einander auszuüben scheinen. Dagegen wäre es eben so schwer, eine Missgeburt mit einem überzähligen Theil, mit einem überzähligen Finger, einen ganz einfachen Körper mit einer doppelten Schnauze aus der Verwachsung zweier Keime zu erklären *).

Die Planarien haben, wie Dugès gezeigt hat, einen grossen Grad von Productionsvermögen. Froriep's *Not.* 501. Jeder 8. oder 10. Theil des Thiers kann ein vollständiges Individuum re-

*) Man besitzt einige Beobachtungen von Doppelmissgeburten des Hühnchens aus so früher Zeit, wo die Keimhaut noch vorhanden war. C. Fr. Wolff, *Nov. comment. acad. Petrop.* 14. 456.. von Baer, Meck. *Arch.* 1827. 576. In Wolff's Fall hingen beide vollständige Embryonen nur durch denjenigen Theil der gemeinschaftlichen Keimhaut, der sich am Nabel in den Darm fortsetzt, zusammen. In Baer's Fall war die *Area pellucida* der Keimhaut, statt wie gewöhnlich biscuitförmig, vielmehr kreuzförmig. Die Embryonen hatten einen gemeinsamen Kopf, ihre Leiber divergirten in den 2 längeren Schenkeln des Kreuzes. In einem von Reichert beobachteten Fall war der Kopf einfach und an dieser Stelle auch die *Area pellucida*, die Leiber doppelt und so auch der entsprechende Theil des Fruchthofes.

produciren. Jedes abgeschnittene Stück reproducirte sich im Winter in 12—14, im Sommer in 4 Tagen vollkommen. Zuweilen theilen sich die Planarien in 2 Individuen durch Quertheilung. Dugès fand ein Individuum im Wasser mit zwei Schwanztheilen, und wenn er die Planarien vorn der Länge nach theilte, entstand eine Doppelmissgeburt mit 2 vollkommenen Köpfen.

Bei den Ringelwürmern erstrecken sich die Stämme der Gefässe, das knotige Nervensystem, der Darmkanal auf eine ziemlich gleichförmige Art durch die ganze Länge des Thiers, durch die ringelförmigen Abtheilungen des Wurmes. Man kann sich aus der Structur dieser Thiere, dass sie aus einer reihenförmigen Succession gleichförmiger Theile bestehen, schon erklären, dass trotz ihrer grösseren Zusammensetzung doch auch die Theilung des Wurms in die Quere die Regeneration des Wurms nicht aufhebt. O. Fr. Mueller (*von den Würmern des süssen und salzigen Wassers*) hatte die Regeneration der Stücke der durchschnittenen Nereiden, Bonnet die Regeneration von 4, 5, 6 Stücken der *Naïs variegata*, und die Regeneration der zwei Theile eines quer durchschnittenen Regenwurms beobachtet, was Dugès nicht gelang, obgleich die Regenwürmer die abgeschnittenen vordersten Ringe und den Kopftheil ersetzen. Froriep's *Not.* 513. Alle diese Thiere regeneriren sich bei longitudinalen Durchschnitten nicht, wahrscheinlich weil die Stücke nun nicht mehr die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen enthalten. Man findet die älteren Beobachtungen in den grösseren Werken.

Die Seesterne, Mollusken, Insekten, Crustaceen, Spinnen regeneriren einzelne Theile, die ihnen abgeschnitten worden. Es ist gewiss, dass die Schnecken nur einen Theil des Kopfes und die Fühlhörner regeneriren, wenn das Gehirn, das auf dem Schlunde liegt, nicht verletzt wird. Schweigger, *Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere.*

Nach Heineken hört die Reproduction der Beine bei den Spinnen auf, sobald sie aufhören sich zu häuten oder ganz erwachsen sind. Die Larven der Insekten reproduciren ihre Fühler, nicht die vollkommenen Insekten. Froriep's *Not.* 606. 607. Die Phasmen erzeugen verlorne Beine wieder in ihrem unvollkommenen Larvenzustande. *Nov. act. nat. cur. T.* 12. 563.

Die Regeneration der Füsse bei den Krebsen ist bekannt. Von den Fischen kennt man nur die Reproduction der Flossen nach Broussonet. Eggers, *von der Wiedererzeugung, Würzburg* 1821. p. 51.

Unter den beschuppten Amphibien kennt man die Reproduction des Schwanzes bei den Eidechsen, worin sich jedoch keine vollkommenen Wirbel, sondern nur eine knorpelige Säule bildet. Auch die Salamander erzeugen nach Spallanzani ihren Schwanz wieder. *Physic. mathem. Abh.* Wir haben hier ein Beispiel von Reproduction des hintersten Theils des Rückenmarks. Ueber die Reproduction der Salamander haben Spallanzani, Bonnet, Blumenbach (*Spec. physiol. comp. inter animantia calidi et frigidi sanguinis*), Steinbuch (*Analecten*), und Rudolphi Versuche angestellt.

Bei den Salamandern, jungen sowohl als alten, erzeugen sich die Beine wieder. Rudolphi hat beobachtet, dass in dem neuerzeugten Beine des Salamanders keine Grenze an dem reproducirten Nerven zu bemerken war. Bei den Salamandern erfolgt auch eine Reproduction der Unterkinnlade, und nach Blumenbach bei Tritonen selbst des Auges mit Hornhaut, Iris, Linse etc. innerhalb eines Jahres. Die Bedingung zu einer Reproduction ist aber, dass der Sehnerve und ein Theil der Augenhäute im Grunde des Auges unverletzt geblieben. Das Blastema, aus welchem sich hier nach und nach die einzelnen Theile eines verlornen Organs bilden, ist zuerst gallertartíg durchsichtig; so erscheint es als ein gallertartiger Kegel an dem Stumpfe der verschnittenen Beine und der Kieme der Tritonlarve. Nach Steinbuch bemerkt man schon am 2.—3. Tage am Stumpfe der Kieme dieses wasserhelle, anfangs gefässlose Blastema. Diess vergrössert sich zur Form eines Cylinders, aber schon nach einigen Tagen ist diese Materie organisirt und vom Blute durchflossen. Nach einer Mittheilung von Dieffenbach löst sich nach einer Verwundung der Haut, Muskeln und der Beinhaut bei Salamandern öfter das ganze Glied, Extremität oder Schwanz ab, welche nachwachsen.

Die Frage, welches Princip die Wiedererzeugung so zusammengesetzter Theile bei einem erwachsenen Thiere bedingt, ist schon oben berührt worden; ob jenes organisirende Princip, welches selbst die Nerven beherrscht, und bei der ersten Entstehung die Nerven erzeugt, oder die Nerven. Bei der letztern Ansicht ist es interessant, dass alle Nervenfasern, die sich in den Theilen des abgeschnittenen Gliedes von den Nervenstämmen aus verbreitet hatten, schon in den noch vorhandenen Nervenstämmen des Stumpfes vereinigt neben einander vorhanden sind, wie in der Physik der Nerven im 3. Buche bewiesen wird, und dass die Nervenstämme nur die Summe aller in den Aesten und Zweigelchen der Nerven sich entwickelnden Primitivfasern sind. Die zweite Durchschneidung der Nerven an einem Stumpfe beim Salamander soll die Reproduction des Stumpfes hindern. Todd, *Quarterly J. of sciences Vol.* 16. *p.* 91. Treviranus, *Erscheinungen und Gesetze* 2. 7. Aber selbst die Erzeugung der Nerven ist von einem höhern Princip aus bestimmt, da sich die Nerven gleich anderen Theilen bei der Metamorphose der Thiere umwandeln. Die Ursache der Reproduction ist also nicht die specielle Kraft der Nerven, sondern die Organisationskraft der Nerven überhaupt, wie sich auch bei den Pflanzen kundgiebt.

Bei den höheren Thieren giebt es keine Reproduction zusammengesetzter Theile, wie der Extremitäten, des Auges, mehr, sondern nur Wiedererzeugung einzelner Gewebe.

Wiedererzeugung der Gewebe.

Die Wiedererzeugung der Gewebe erscheint in zweifacher Form, 1) als Regeneration der Gewebe ohne Entzündung; 2) als Regeneration mit begleitender Entzündung. Die Entzündung darf

in keinem Falle als die alleinige Ursache einer Regeneration angesehen werden. Bei dem Menschen und den Säugethieren bestehen Regeneration und Entzündung oft gleichzeitig nebeneinander, und die Regeneration wird oft durch die Entzündung hervorgerufen. Allein der Regenerationsprozess ist noch wesentlich von der Entzündung verschieden; jener ist die Aeusserung der *Vis medicatrix naturae;* diese ist die krankhafte Folge der Verletzung und tendirt, je nach den Umständen, ebenso zum Schlimmen als zum Guten. Die Unabhängigkeit der Heilung von der Entzündung zeigt sich schon sehr deutlich bei den Amphibien; denn bei den Schlangen heilen sogar grosse Wunden mit Substanzverlust ohne Eiterung, indem die Oberfläche verschorft wird, unter dem Schorf die neue Substanz sich bildet, diess habe ich selbst beobachtet, und ebenso soll es sich nicht selten bei Vögeln ereignen. Bei den Salamandern und bei den niederen Thieren ersetzen sich sogar ganze Glieder ohne jenen pathologischen Process und wer wird hier an die Nothwendigkeit der Entzündung zur Regeneration denken? Beim Menschen und bei den Säugethieren sind dagegen wenigstens nach Verletzungen Entzündung und Regeneration mit einander gleichzeitig, und die Entzündung dauert so lange bis die verletzte Stelle nicht mehr leidet. Daraus hat man den falschen Schluss gezogen, dass die Entzündung ein vermehrter Lebensprocess sei. Bei den höheren Thieren giebt es übrigens auch einzelne Fälle von Regeneration ohne alle Spur einer begleitenden Entzündung, wie die Wiedererzeugung der Geweihe, Haare, Nägel u. s. w.

1) *Regeneration ohne Entzündung.*

Die Schale der Krebse wird jährlich erneut, wenn die Entwicklung der inneren Theile dem Umfange der Schale nicht mehr entspricht. Die Schale spaltet sich und wird im August abgeworfen, unter ihr hat sich schon eine neue gebildet, die anfangs weich, empfindlich ist, und selbst Gefässe enthält, aber durch Aufnahme von kohlensauren Kalktheilchen bald hart wird. Cuv. *vgl. Anat.* 1. 101. Zur Zeit des Schalenwechsels erzeugen sich an beiden Seiten des Magens, der auch sein Epithelium erneuern soll, kalkige Concretionen, *Lapides cancrorum*; sobald die neue Schale härter wird, verschwinden diese Concretionen wieder.

Das Geweihe des Hirsches und verwandter Thiere ist mehr der organisirten Matrix der Hörner der wiederkäuenden Thiere als den Hörnern selbst zu vergleichen. Die Basis des Geweihes sitzt auf dem Stirnbeinhöcker, ein knöcherner zackiger Wulst bezeichnet die Grenze dieses Höckers und des Geweihes. Nicht zur Begattungszeit (Herbst), sondern im Frühling werfen die Männchen das Geweihe ab, und es entsteht das neue Geweihe. Die Trennung geschieht durch eine Art Erweichung der organisirten Knochensubstanz des Stirnbeinhöckers an der Grenze zwischen diesem und dem Geweihe. Der neue rauhe Stirnbeinfortsatz wird von der Haut bald wieder überzogen. Nun wächst das neue Geweihe aus dem Stirnbeinfortsatze hervor, von einer Fortsetzung der Haut und unter dieser von Beinhaut bedeckt, weich und

knorpelig von unzähligen Gefässen durchdrungen. Indem die Knorpelmasse verknöchert und hierbei durchaus die Entwicklung der Knochen des Fötus und Kindes wiederholt, verlieren das Periosteum und die Haut des Geweihes ihre Organisation und lösen sich ab. Nach der Castration erzeugen die jungen Hirsche keine Geweihe und die älteren wechseln ihre Geweihe nicht mehr. Cuvier, *vergl. Anat.* 1. 97. Berthold, *Beiträge zur Anatomie, Zoologie und Physiologie.*

Auf eine gleiche Art haben die organisirten Keime der Hornbildungen, Haare und Stacheln bei den Säugethieren und der Federn bei den Vögeln ihre Zustände der Abnahme und der Turgescenz, bei dem Hären und Mausern. Diess wird die Ursache zum Ausfallen und zur Wiedererzeugung der Haare und Federn. Die Wiedererzeugung der Haare und Federn ist jedoch insofern von der Wiedererzeugung der Geweihe verschieden, als nur die gefässhaltige Matrix der Haare dem organisirten Geweihe gleicht, und das abgestorbene Mark der Federn dem verhärteten Geweihe gleicht, während die Hornsubstanz der Federn bloss durch die Matrix gebildet wird, wovon an dem Geweihe als Aehnliches nur die Oberhaut des noch weichen Geweihes vorkommt.

Horngewebe.

Die Nägel erzeugen sich bekanntlich wieder, so lange ihre Matrix noch vorhanden ist; aber man hat selbst an den Mittelgliedern amputirter Finger eine anfangende Nagelbildung beobachtet. Blumenbach, *instit. physiol. p.* 511.

Ueber das Hären der Säugethiere hat Heusinger Aufschluss gegeben (Meck. *Arch.* 558). 5 Tage nach dem Ausrupfen eines Tasthaares des Hundes war ein mehr als 2 Millim. langes Haar entstanden. Bei dem Hären wird die Zwiebel des alten Haares blass und es bildet sich neben ihr ein schwarzes Kügelchen, welches sich in den neuen Haarcylinder verwandelt. Diess ist sehr interessant, dass die Matrix des neuen Haares gleichsam ein neuer Auswuchs des productiven Bodens des Balges, und nicht der alte Keim ist. Es soll ebenso bei den Stacheln seyn. Bei dem Mausern der Vögel wird die Oberhaut am Schnabel und anderen Stellen in Form von Platten oder von Kleie abgestossen. Beim Abfallen der alten Federn sind die Keime der neuen Federn schon vorhanden. Siehe das Nähere bei A. Meckel., Reil's *Arch.* 12.

Verschiedene Schriftsteller nehmen nach ihren Beobachtungen an, dass ausgerissene und in Einstiche der Haut verpflanzte Haare wieder anwachsen. Dzondi, *Beiträge zur Vervollkommnung der Heilkunde. Halle* 1816. Dieffenbach, *de regeneratione et transplantatione. Herbip.* 1822. Wiesemann, *de coalitu partium a reliquo corpore prorsus disjunctarum. Lips.* 1824. Diess Anwachsen ausgerissener Haare nach der Transplantation und das Weiterwachsen derselben scheint mir noch nicht constatirt. Insofern die Zwiebel der Haare im Innern organisirt ist, lässt sich wohl ein Coalitus selbst mit anderen Theilen der Haut als dem Boden eines Haarbalges denken. Aber wie leicht kann hierbei Täuschung stattfinden.

Zahngewebe.

Die Zähne regeneriren sich für den Zweck des Zahnwechsels, da sie an der Krone nicht wachsen können und neue Zähne dem Umfange der vergrösserten Kiefer entsprechend entstehen müssen. Während das Hervorbrechen der neuen oder Wechselzähne gegen das 6. — 7. Jahr eintritt, hatten sich die Kronen dieser Zähne schon sehr frühzeitig gebildet. Unter den Milchzähnen sind bekanntlich nur 8 Backenzähne, unter den bleibenden 20 Backenzähne. Die Milchbackenzähe sind 4spitzig. Von den bleibenden Backenzähnen sind die 2 vorderen jeder Kieferhälfte 2spitzig, die hinteren 4spitzig. Die Milchzähne beginnen ihre Entwicklung im dritten Monat des Embryolebens und fangen vom 6. Monat nach der Geburt an hervorzubrechen.

Die bleibenden Zähne haben ein eigenthümliches Ortsverhältniss zu den Milchzähnen. Die späteren 3 hintersten Backzähne liegen in einer Reihe mit den Milchzähnen und schliessen sich nach Aussen an die Milchbackzähne an, mit denen diese hinteren Backenzähne auch in der Form der Krone übereinkommen, während die 2 vorderen Backenzähne des Erwachsenen als bicuspidati den Milchbackzähnen nicht entsprechen. Die vorderen bleibenden Backenzähne, die bleibenden Eck- und Schneidezähne liegen anfangs hinter den Milchbackzähnen, Eckzähnen, Schneidezähnen. Von den Säckchen der bleibenden Zähne entsteht nach J. Fr. Meckel das des dritten (oder des ersten grossen) Backzahns schon am Ende des 4. Monats der Schwangerschaft. *Handb. der Anat.* 4. 214. Die Säckchen der bleibenden Schneidezähne bilden sich nach Meckel im Anfange des 8. Monats der Schwangerschaft, dann das Säckchen des Eckzahns, darauf das Säckchen des mittlern grossen Backzahns, die Säckchen der vorderen kleinen Backzähne erst einige Monate nach der Geburt, das Säckchen des hintersten grossen Backzahns erst im 4. Jahr. Meckel *a. a. O. p.* 226. Nach Blake und Meckel sind die Säckchen der bleibenden Zähne Auswüchse der Säckchen der Milchzähne. Indessen findet nach Meckel nur zwischen den äusseren Blättern der Zahnsäcke jener Zusammenhang statt; der neue innere Zahnsack entwickelt sich vielmehr an dem alten, zwischen diesem und dem äussern Säckchen. Meckel *a. a. O. p.* 227. Vergl. Meckel, *im Archiv für Physiol.* 3. 556. Unter den bleibenden Zähnen fängt der dritte Backzahn oder erste grosse Backzahn gegen Ende der Schwangerschaft an zu verknöchern. Allmählig werden die Alveolen der neuen Zähne von den alten geschieden. Doch hangen beide Zahnhöhlen noch immer durch eine ansehnliche Oeffnung zusammen, wodurch der gemeinschaftliche Theil des äussern Zahnsäckchens tritt. Meckel *a. a. O. p.* 227. Der Zahnwechsel beginnt im 6. — 7. Jahre. Zuerst erscheinen die vorderen grossen Backzähne; dann die Schneidezähne und Eckzähne; die mittleren grossen Backzähne erscheinen erst im 13. — 14., die hintersten Backzähne vom 16. — 20. Jahre. Vor dem Ausfallen verlieren die Milchzähne ihre Wurzeln.

Dass die Zähne eines Thieres ausgerissen und wieder eingeetzt, wieder fest wachsen, wird verschiedentlich behauptet, ist

aber nicht sicher erwiesen. Es handelt sich hier um die Anheilung des zerrissenen Zahnkeimes oder seiner Gefässe an den Boden der Alveole. Um diese Frage zu entscheiden, müsste man Thiere mit frisch versetzten Zähnen mit Färberröthe füttern. Hat eine Verwachsung statt gefunden, so muss sich die innerste Schichte des Zahnes an der Zahnhöhle roth färben.

Bei den Schlangen währt die Bildung neuer Giftzähne beständig fort. Die neuen Zähne der Crocodile dringen in die conischen Höhlen der alten Zähne vor.

Crystalllinse.

Die Crystalllinse scheint sich in gewissen Fällen, nachdem sie aus der Capsel entfernt worden, durch ihre Matrix, die Capsel, wieder zu erzeugen. Leroy d'Etiole hat diess beobachtet. Magend. *J. de Physiol.* 1827. 30. Der Inhalt der hergestellten Capsel war entweder eine grümmliche Masse wie im zweiten Falle, oder ein kleiner linsenförmiger Körper wie in den meisten übrigen Fällen, im 6. Falle war aber eine ganz voluminöse Crystalllinse gebildet. Vergl. Mayer, Graefe und Walther's *Journ.* 17. 1. Vrolik *ebend.* 18. 4. W. Soemmerring, *Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge, nach Staaroperationen. Frankfurt.* 1828.

2) *Regeneration mit begleitender Entzündung.*

Fast alle Fälle von Regeneration bleibend organisirter Theile bei dem Menschen gehören hierher, wenn man die Fälle ausnimmt, dass sich die Keime für Haar- und Zahnbildung nacherzeugen können, und dass diese Keime zuweilen selbst pathologisch z. B. im Eierstocke und anderen Theilen entstehen, so dass sich Haare, Zähne hier wie an anderen Orten erzeugen. Diese Erzeugung scheint nach denselben Gesetzen zu erfolgen. Die Zähne haben auch ihren Schmelz, und entstehen in Säckchen. Meck. *im Arch.* 1. 519.

a. Regeneration bei exsudativer Entzündung.

Die Entzündung hat in einem verwundeten oder nicht verwundeten Theil, wenn er freie Oberflächen darbietet, eine Exsudation von coagulabler Flüssigkeit, Liquor sanguinis, zur Folge. Fehlen freie Oberflächen, so häuft sich die coagulable Materie in den Capillargefässen und in dem Gewebe an und verdichtet dasselbe. Die in Wunden und auf Oberflächen entzündeter Theile exsudirende Materie ist anfangs flüssig, sie erscheint auf entzündeten Häuten zuerst tropfenweise, anfangs durchscheinend wird sie allmählig weisslich und consistent. Es ist der im Blute aufgelöste Faserstoff. Zur Zeit, wo die exsudirte Materie noch weich ist, scheint sie durch ein dem coagulablen Faserstoffe einwohnendes Lebensprincip zur Organisation zu streben, die durch Affinität und Wechselwirkung derselben mit den entzündeten Oberflächen auch erfolgt. Vergl. pag. 301. Es entstehen in der exsudirten Materie Exsudatkörperchen, welche unter die Zellenbildungen gehören, und neue Blutgefässe aus Zellen, wie bei der ersten Bildung der Blutgefässe im Ei. Schröder van der Kolk und Pockels haben gelungene Injectionen der Blutgefässe von Exsudaten gemacht. In diesen Pseudomembranen entstehen auch neue Lymphgefässe, wie ich an mehreren Präparaten von Schröder

gesehen habe, wo neben Arterien und Venen die Lymphgefässe mit Quecksilber gefüllt waren. Schröder, *observ. anat. path.* 43. Die Exsudate auf Schleimhäuten wie im Croup werden in der Regel nicht organisirt.

Merkwürdig ist die neue Gefässbildung zwischen den Stümpfen einer unterbundenen und durchschnittenen Arterie. Maunoir, Parry, Mayer haben solche Beobachtungen gemacht, welche sehr übereinstimmend sind. Besonders ist seit Ebel's wiederholten, mit guten Abbildungen begleitenden Beobachtungen an der Thatsache nicht zu zweifeln. Ebel, *de natura medicatrice, sicubi arteriae vulneratae et ligatae fuerint. Giessen.* 1826. Die neue Verbindung geschieht durch mehrere zuweilen gewundene Gefässe von einem zum anderen Stumpfe, wie z. B. zwischen beiden Stümpfen der Carotis communis. Bei der Erklärung dieser Erscheinung hat man übersehen, dass bei den Thieren auch die Carotis communis mehrere ganz kleine Zweigelchen in die Halsmuskeln abgiebt, daher auch diese sogenannten neuen Gefässe wahrscheinlich Umbildungen von anliegenden Capillargefässnetzen seyn können.

Was die Aneinanderheilung getrennter Theile betrifft, so heilt Alles zusammen, was organisirt ist und im exsudativen Stadium der Entzündung sich berührt; getrennte Nervenstücke können unter sich, aber auch mit Muskelsubstanz, Beinhaut, Aponeurosen zusammenheilen. Ja selbst ganz abgeschnittene Theile heilen an, wenn sie frisch in innige Berührung mit homogenen oder heterogenen frischen Wundflächen gebracht werden, deren Entzündung aber auch über das Stadium exsudativum nicht hinaus seyn darf. Die Wiederanheilung vollkommen getrennter organisirter Theile ist zwar äusserst selten, aber doch nicht zu bezweifeln. Hunter hat den Zahn eines Hundes in den Kamm eines Hahnes verpflanzt, wo er fest wurde. Das Präparat befindet sich im Hunter'schen Museum in London, wo ich es gesehen. Die Zahnhöhle ist sehr weit und der Zahnkeim konnte deswegen leichter anheilen. Hunter verpflanzte eine Drüse vom Unterleib eines Hahnes auf eine Henne (he next transplanted a gland taken from the abdomen of the cock to a similar situation of a hen). Er verpflanzte den Sporn eines Hahnes. Diese sollen gewachsen seyn. Abernethy, *physiol. lect.* 253. Aehnliche Versuche hatte Baronio angestellt. Nach Merrem und v. Walther, meinem grossen Lehrer, heilt sogar das austrepanirte Knochenstück wieder ein. Hieher gehört ferner der merkwürdige Bünger'sche Fall von Anheilung einer aus einem ganz getrennten Hautstücke des Schenkels künstlich gebildeten Nase. In neuerer Zeit ist auch in einzelnen Fällen gelungen, die ausgeschnittene Cornea auf einen Ausschnitt derselben in einem Auge zu transplantiren.

Die Anheilung von Hauttheilen, die noch mit dem Stamme zusammenhängen, mit anderen Theilen desselben Körpers geschieht leichter. Ein Process, worauf die Bildung der Nase aus der Stirnhaut und viele andere Fortschritte der Chirurgie beruhen, um welche sich Dieffenbach grosse Verdienste erworben hat. Das einmal angeheilte Hautstück kann hernach an der Brücke, durch die es während der Anheilung mit dem Stamme verbunden

seyn musste, durchschnitten werden. Die Verwachsung zweier in Entzündung gesetzter Theile, deren sich die Chirurgie mit so grossem Vortheile zur Aufhebung der Discontinuitäten und Aufhebung gewisser Absonderungen bedient, ist eine ganz allgemeine Erscheinung bei organisirten Theilen.

Aber selbst verschiedene Individuen können auf diese Art mit einander verwachsen. Bei der Verwachsung der Embryonen zeigt sich hier ein merkwürdiges Gesetz, dass mit seltenen Ausnahmen die gleichartigen Theile beider Embryonen mit oder ohne Verlust sich vereinigen, ja es entfernen sich sogar zuweilen die symmetrischen Theile des einen Embryo an der Verwachsungsstelle von einander und verwachsen mit den entsprechenden Theilen des andern Embryo's; wodurch die Janus-Missgeburten entstehen.

Rathke hat einen Fall beobachtet, dass ein Embryo mit dem Kopfe eines andern durch seine Nabelschnur verbunden war. Meck. *Arch.* 1830. 4.

Was die Regeneration der verschiedenen Gewebe betrifft, so verwachsen zwar die getrennten Theile eines Gewebes bei der Berührung im Stadium exsudativum der Entzündung in der Regel, aber die neuerzeugte Substanz, welche die organisirten Theile verbindet, und welche anfangs Faserstoff ist, hat bei den der Empfindung und Muskelbewegung bestimmten Theilen nicht vollkommen die Eigenschaften, welche diese Gewebe sonst darbieten. Bei den meisten anderen Geweben ist die Regeneration vollständig, auch in Hinsicht der organischen Qualitäten, besonders bei denjenigen Geweben, welche weniger durch ihre Lebenseigenschaften als durch die vermöge des Lebens erhaltenen physikalischen Eigenschaften wichtig werden, wie die Knochen. Die Gewebe der letztern Art regeneriren aber nicht alle gleich leicht. Die Knorpel regeneriren ungemein schwer, leichter die Sehnen, sehr leicht die Knochen.

Die Thatsachen über die Heilung verletzter Knorpel hat E. H. Weber in seinem trefflichen Werk *Anat.* 1. 306. zusammengestellt.

Ueber die Regeneration des fibrösen Gewebes haben Arnemann, Murray, Moore, Köhler, v. Ammon Versuche angestellt. Siehe E. H. Weber a. a. O. und v. Ammon *physiologia tenotomiae experimentis illustrata. Dresd.* 1837.

Ausgezeichnet ist die Regeneration der Knochen. Die mehr schwammigen Knochen, wie Schädel, Becken und Epiphysen der Röhrenknochen, heilen schwieriger als die Röhrenknochen und dichteren Knochen. Manche Brüche heilen oft nur durch eine faserige biegsame Bandmasse, wie die zerbrochene Kniescheibe. Der Bruch des Oberschenkelbeinhalses innerhalb des Capselbandes heilt in der Regel nicht durch Callus, sondern durch eine ligamentöse Masse. Otto *path. Anat. pag.* 225. Das austrepanirte Stück des Schädels wird selten, selbst nach langer Zeit nicht, durch einen vollständigen Ersatz von neuerzeugter Knochenmaterie regenerirt. Doch kommt zuweilen eine vollständige Ausfüllung durch neue Knochensubstanz vor, was Scarpa sah.

Der Process der Heilung gebrochener Knochen beruht auf exsudativer Entzündung und Umwandlung des Exsudates in Knorpel, der anfangs die Knochenstücke ziemlich unförmlich verbindet und später allmählig umgewandelt wird. Die Exsudation erfolgt von allen Theilen, welche bei dem Knochenbruche verletzt worden waren, vom Knochen sowohl als von der Beinhaut, von dieser sowohl als von dem umherliegenden Zellgewebe und anderen verletzten in Entzündung gerathenden Theilen. Dieses erste Exsudat ist wie überall in der Entzündung der aufgelöste Faserstoff des Blutes; das Exsudat erreicht bald die Consistenz der Gallerte, welche sich organisirt, während die Entzündung fortdauert, die Beinhaut aufschwillt. Von dem ursprünglichen Exsudat muss man wohl den eigenthümlichen Callus unterscheiden; das erste Exsudat ist das gleichförmige Entzündungsprodukt aller verletzten Theile. Der Callus ist die Grundlage der neuen Knochensubstanz, dieser entsteht zunächt von den Knochen aus. Der ganze Vorgang der Callusbildung ist neuerlich durch Miescher's Untersuchungen wesentlich aufgeklärt worden. Miescher, *de inflammatione ossium eorumque anatom. generali. Berol.* 1836. Er ist hiernach folgender.

Die Entzündung tritt zuerst nach einem Bruch am lebhaftesten in den weichen Theilen, Periosteum, Zellgewebe, Muskeln auf, welche alle aufschwellen, sich verdichten, verwachsen und so eine feste Capsel um die Fractur bilden. Auf der innern Fläche dieser Capsel wird durch die Entzündung eine halbflüssige nach und nach fester werdende Substanz gebildet, in der Gefässe entstehen. Eine gleiche Substanz geht aus dem Markgewebe des gebrochenen Knochens hervor. Die von der Capsel gebildete Masse und die letztere verschmelzen. Diess ist die in der Capsel liegende, die Fractur umhüllende Substantia intermedia. Diese nimmt eine fibröse Beschaffenheit an, und füllt alle Zwischenräume zwischen den Knochen aus, während Muskeln, Zellgewebe, Periosteum in ihren frühern Zustand zurückkehren. Später als die Weichttheile wird auch der Knochen von der Entzündung ergriffen, und zwar zuerst in einiger Entfernung von den Bruchenden, wo der Knochen noch von dem Periosteum bedeckt ist und ebenso im Innern des Knochens. Auch die Knochen exsudiren eine gallertartige Masse, worin sich Gefässe bilden, während diese Substanz wächst, wandelt sie sich, von der Seite, wo sie mit dem Knochen zusammenhängt, in Knorpel und Knochen um. Diese neue Masse, der eigentliche Callus, füllt auch die Höhle der Knochen mehr oder weniger aus. Aussen schreitet die Substanz über die Knochenenden weg und die Productionen beider Knochen verbinden sich. So geschieht die Bildung des primitiven Callus. Unterdess verwachsen die Oberflächen der Knochen mit der von den weichen Theilen und dem primitiven Callus selbst gebildeten Capsel, die Ränder der Fractur verwachsen hinwieder mit der Substantia intermedia. Auch bildet sich nun ebenfalls Callus, welcher sich auf Kosten der unterdess ligamentös gewordenen Substantia intermedia ausbildet. Auf der äussern unebenen Fläche des Callus bildet sich wieder Periosteum aus.

Die erste Erscheinung des primitiven Callus findet an demjenigen Theile des Knochens statt, wo das Periosteum noch mit dem Knochen zusammenhängt, es ist die zwischen Periosteum und Knochen sich bildende, anfangs halbflüssige Materie, worin schon nach dem dritten Tage Gefässe sichtbar werden. Der Callus geht daher nach Miescher's Untersuchungen immer vom Knochen selbst aus. Wurden zuweilen Knochenkerne in dem Callus beobachtet, welche von jenem Theil des Knochens, von welchem die Callusbildung ausgeht, auf dem Durchschnitt isolirt schienen, so zeigte sich bei weiterer Untersuchung, dass sie doch an anderen Stellen als an der Durchschnittsfläche mit jener productiven Stelle zusammenhingen. Die weiteren Veränderungen des Callus nach der Verwachsung der Knochenenden bestehen in der Herstellung der Markhöhle in dem Callus selbst und in der Veränderung seiner Form. Die Umwandlungen des Gewebes des Callus geschehen übrigens ganz so wie bei der ersten Knochenbildung. So lange der Callus knorpelig ist, enthält er die mikroskopischen Knorpelkörperchen, zur Zeit der Ossification entsteht auch das zellige Gefüge in der Knochensubstanz.

Die Litteratur über diesen Process ist ausserordentlich gross, und kann hier nicht ganz angeführt werden; man findet sowohl diese als eine vollständige Exposition der Ansichten über die Bildung des Callus im *Dict. des sc. méd.*, in A. L. Richter's *Handb. d. Lehre von d. Brüchen und Verrenkungen der Knochen. Berlin.* 1828. *p.* 89—117. und in Miescher's angeführtem Werke. Die vorzüglichsten Schriftsteller über diesen Gegenstand sind Haller, *element. physiol.* 8. 345. Detlef in Halleri *op. min.* 2. 463. Troja, *de novorum ossium regeneratione exp. Paris.* 1775. Köhler, *exp. circa regenerat. ossium. Gött.* 1786. Van Heekeren, *de osteogenesi praeternaturali. Lugd. Bat.* 1798. Macdonald, *de necrosi et callo. Edinb.* 1799. Dupuytren, *Dict. des sc. méd.* 38. 434. Howship, *Beob. über den gesunden und kranken Bau der Knochen.* Kortum, *exp. circa regenerat. ossium. Berol.* 1824. Meding, *diss. de regeneratione ossium. Lips.* 1823. M. J. Weber, *Nov. act. acad. nat. cur.* 12. 2. Breschet, *Recherches experiment. sur la formation du cal. Paris.* 1819.

Der Hauptpunkt der Controverse war vorzüglich die Frage, welchen Antheil die Beinhaut an der Callusbildung habe. Duhamel, Schwenke, Bordenave, Blumenbach, Köhler, Dupuytren und Boyer schrieben ihr einen wesentlichen Antheil zu. Schon Detlef zeigte, dass die Beinhaut zu der Bildung des Callus nichts beitrage, und sich erst später bilde. Haller, Sömmerring, Scarpa, Richerand und Cruveilhier liessen den Callus durch Exsudation von den Knochenenden selbst entstehen. Von der unphysiologischen Vorstellung Duhamel's, dass die Beinhaut das Bildungsorgan des Knochens sey, ist schon früher die Rede gewesen. So wenig sie zuerst den Knochen bildet, so wenig wird sie allein das Bildungsorgan des Callus seyn können. Nur an der ursprünglichen Exsudation nach dem Knochenbruche hat die Beinhaut, wie alle anderen verletzten weichen Theile, den nächsten Antheil. Allerdings wirkt das Periosteum zur Entstehung des eigentlichen Cal-

lus zwischen ihm und dem Knochen mit, aber nur in wie weit es überhaupt zum Bildungs- und Ernährungsprocess in dem unter ihm liegenden Knochen nothwendig ist, insofern von ihm aus die ernährenden Gefässe in den Knochen eindringen. Dass es aber bei der Bildung specifischer Gewebe noch auf etwas ganz Anderes als auf die Existenz der mit dem Material zur Ernährung gefüllten Gefässe ankommt, ist schon oben erinnert worden.

Die Entstehung der ersten Ossificationen im Callus dicht am Knochen und das weitere Fortschreiten zeigen, dass die Gegenwart des Knochens hier zur neuen Knochenbildung nothwendig ist.

Die serösen Häute sind von allen Theilen am meisten zur Exsudation von *Liquor sanguinis* geneigt, vielleicht weil sie am wenigsten eigenes assimilirendes Gewebe besitzen. Die Verwachsung ist daher bei ihnen am häufigsten. Ob sich bei veralteten Luxationen in den neu entstandenen Gelenken neue Synovialhäute bilden, ist noch nicht ganz gewiss, obgleich es Meckel vielleicht zu bestimmt annimmt. Die Synovia eines neuen Gelenkes kann allerdings von dem Reste der Synovialhaut herrühren, der dem Knochen noch anhängt.

Die Narbe der im Stadium der exsudativen Entzündung geheilten Hautwunden ist dichter als die Haut selbst, empfindlich, anfangs röther, später weisser; sie hat eine feinere Epidermis. Grössere Narben entstehen von Heilung mit eiternder Entzündung bei Substanzverlust der Haut. In diesem Falle ist die Hautnarbe haarlos, und bei den Negern mehrentheils anfangs farblos, worauf aber doch häufig in der Folge die schwarze Hautfarbe sich wieder erzeugt.

Die Schleimhäute heilen schwer zusammen, worauf zum Theil die Schwierigkeiten bei der Ausführung der Gaumennaht und Darmnaht beruhen. Nach der Durchschneidung der Ausführungsgänge der Drüsen, entsteht, wenn die getrennten Stücke in Berührung bleiben, zuweilen eine Regeneration des Ganges, so dass keine Verschliessung erfolgt. Dies hat zuerst Mueller, *de vulneribus duct. excret. Tüb.* 1819. in 3 Fällen am *Ductus Whartonianus* der Submaxillardrüse, und einmal am *Ductus pancreaticus*, in 2 Fällen am *Ductus deferens* des Hundes und der Katze beobachtet. Brodie, Tiedemann, Gmelin, Levret und Lassaigne haben nach Unterbindung des *Ductus choledochus* in einigen Fällen eine Wiederherstellung des Ganges gesehen. Die Gelbsucht verschwand in Tiedemann's Versuchen in einigen Fällen wieder nach 10—15 Tagen. Die Ligatur hatte hier entweder durchgeschnitten, und war abgefallen, ehe die Durchschnittsflächen verheilten, oder die coagulable Materie wurde um die Ligatur ergossen, und letztere hatte sich vielleicht im Innern des äusserlich hergestellten Ganges abgestossen, und ist durch den Kanal selbst ausgetreten. In 13—26 Tagen war der Gang wieder hergestellt gefunden worden. Tiedemann und Gmelin, *die Verdauung nach Versuchen.* 2.

Die Drüsen vernarben zwar, aber die Narbensubstanz erhält nicht die Eigenschaften der Drüsensubstanz. Eben so verhält es

sich mit den Muskeln. Die Narbensubstanz der Muskeln ist nach P. Fr. Meckel, Richerand, Parry, Huhn, Murray und Autenrieth dem verdichteten Zellgewebe ähnlich, und zeigt keine Contractilität gegen galvanischen Reiz. Kleemann, *diss. circa reprod. partium. Hal.* 1789. Huhn, *de regen. partium mollium. Gott.* 1787. Murray, *de redintegratione partium etc. Gott.* 1787. Authenrieth et Schnell, *diss. de nat. unionis musculorum vulneratorum. Tüb.* 1804. Die Wunden des schwangern Uterus vernarben sehr leicht, die Wunde wird durch die Zusammenziehung des Uterus schnell überaus klein. Es scheint, dass vorzugsweise die äussere seröse Haut des Uterus vernarbe. Vergl. Mayer, Graefe und Walther's *Journ.* 11. 4. Eine neue Erzeugung von wahrer Muskelsubstanz, wie sie in Wolff, *tract. de formatione fibrarum muscularium in pericardio atque in pleura. Heidelb.* 1832. beschrieben wird, ist gewiss nicht annehmbar. Diese faserigen Schichten auf Pleura und Herzbeutel, die ich im Museum zu Heidelberg gesehen habe, können nur Faserstoffexsudate seyn. Wir kennen keinen Beweis für die Existenz von Muskelsubstanz, als ihre Zusammenziehung und ihr mikroskopisches Verhalten. Vergl. Wutzer in Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 451.

Ueber die Regeneration der Nerven haben Arnemann, Haighton, Prevost, Meyer, Fontana, Michaelis, Swan, Breschet, Tiedemann, Schwann, Steinrueck Untersuchungen angestellt; die ältere Geschichte dieses Gegenstandes enthält noch manches Unklare, indem mehrere Beobachter die Frage, ob die getrennten Stücke zusammenheilen, mit der Frage verwechselten, ob die Narbenmasse die Eigenschaften des Nervengewebes hat. Bekanntlich ziehen sich die Nervenstücke nach der Durchschneidung durch die Elasticität ihrer Scheide etwas zurück. Dass aber die Nervenstücke, wenn sie nahe an einander liegen, sich wieder vereinigen, daran ist freilich nicht zu zweifeln. Soll nun die Nervensubstanz die Eigenschaften der Nerven haben, so muss sie Primitivfasern enthalten. Arnemann (*Versuche über die Regeneration. Gött.* 1797.) fand, dass die Narbensubstanz von der eigenthümlichen Substanz der Nerven verschieden sey, und eine harte Anschwellung bilde. Dagegen Fontana (*Versuche über das Viperngift*) die Aehnlichkeit der Substanz nach Versuchen am *N. vagus* der Kaninchen annimmt. Prevost (Froriep's *Not.* 360.), der den *N. vagus* an Katzen durchschnitt und wieder heilen liess, fand nach 4 Monaten eine Fortsetzung der Nervenfäden durch die Narbe. Sehr unwahrscheinlich ist Michaelis Angabe (*über die Regen. der Nerven. Cassel.* 1785.), dass nach Ausschneidung von 9—12 Lin. langen Nervenstücken nach mehreren Wochen eine Vereinigung durch Nervenfäden statt fand.

Meyer (Reil's *Arch.* 2. 449.) und Tiedemann prüften die neu erzeugten Substanzen durch Salpetersäure, welche die Hüllen der Nerven auflöst, aber die Nervensubstanz zurücklässt. Diess Prüfungsmittel ist aber wohl trüglich. Als ich die Narbe des vor 7 Wochen zerschnittenen und wieder verheilten *N. ischiadicus* eines Kaninchens mikroskopisch untersuchte, so konnte ich mich nicht hinreichend von der Existenz der parallelen Primitivfasern in der

noch harten Narbenmasse überzeugen, die aus dichtem Zellstoffe zu bestehen schien; Schwann hat indess beim Frosch in der regenerirten Nervensubstanz wirkliche Primitivfasern beobachtet; in diesem Fall hat sich auch die Leitungsfähigkeit der Nerven hergestellt.

Von grossem Gewichte sind nun physiologische Versuche über die Wiederherstellung der Empfindung und Bewegung in den Theilen, deren Nerven vorher durchschnitten worden. Man kann aber von den meisten der angestellten Versuche dieser Art behaupten, dass sie nicht mit hinreichender Kritik angestellt sind.

Eine Wiederherstellung der Empfindung fand der Gegner der Reproduction, Arnemann, in einem seiner Versuche an einem vorher durchschnittenen Hautnerven des Vorderfusses eines Hundes, ferner Descot (*über die örtl. Krankh. der Nerven. Leipzig.* 1826.) bei einem Manne, der sich den *N. ulnaris* verletzt hatte, und bei dem anfangs im 4. und 5. Finger das Gefühl ganz mangelte, während die ersten Tage nach der Verletzung das Gefühl undeutlich war und sich nach und nach wiederherstellte. Descot's Fall beweist nichts, da der Nerve wohl nicht ganz durchschnitten war. Bei einem jungen Manne sah ich Prof. Wutzer ein Neuroma des N. ulnaris am Oberarme exstirpiren, wo dieser Nerve über und unter der Geschwulst durchschnitten und mit der Geschwulst ein $2\frac{1}{2}$ Zoll langes Stück der Nerven ausgeschnitten wurde. Hier konnte sich unmöglich die Nervensubstanz reproduciren, dennoch stellte sich nach 3—4 Wochen die Empfindung in der Ulnarseite des 4. Fingers (nicht im 5. Finger) allmählig wieder ein, offenbar weil der Ramus volaris ulnaris digiti 4. mit einem Aestchen des N. medianus verbunden ist. Nach 8 Monaten fand ich den 4. Finger auf beiden Seiten vollkommen empfindlich. Eine allmählige, aber unvollkommene Wiederkehr der Empfindung nach Durchschneidung eines N. dorsalis pollicis hat Gruithuisen an sich selbst beobachtet. In einem Falle, den Earle (*med. chir. Trans.* 7.) erzählt, wo ein Theil des N. ulnaris ausgeschnitten wurde, konnte der kleine Finger 5 Jahre nachher noch nicht gebraucht werden und hatte nur unvollkommene Empfindungen. In der grossen Anzahl von Arnemann's Versuchen war das untere Stück eines durchschnittenen Nerven 100—160 Tage nachher ganz unempfindlich.

Haigthon (Reil's *Arch.* 2. 80.) durchschnitt bei einem Hunde den N. vagus am Halse auf der einen Seite; als er 3 Tage nachher den andern Nerven durchschnitt, starb das Thier, wie immer, wenn beide Nerven zugleich durchschnitten sind. Er durchschnitt bei einem Hunde zuerst den einen, 9 Tage darauf den andern Vagus. Der Hund lebte 13 Tage. An einem andern Hunde wurde der Vagus der einen Seite 6 Wochen nach dem Vagus der andern Seite durchschnitten. Der Hund war zwar darauf 6 Monate ungesund, aber er blieb am Leben. Die Stimme war nach 6 Monaten wiedergekehrt und die Töne waren höher geworden. An dem Hunde, dem Haigthon 19 Monate vorher beide N. vagi durchschnitten, durchschnitt er nun wieder beide

Vagi nach einander, das Thier starb am 2. Tage. Richerand hat die Versuche von Haigthon ohne Erfolg wiederholt. Dagegen hat Prevost Haigthon's Versuche bestätigt, Froriep's *Not.* 360. Als 2 neugebornen Katzen der eine N. vagus 1 und 2 Monate nach der Durchschneidung des andern durchschnitten wurde, starben die Thiere (im ersten Falle in 15, im zweiten Falle in 36 Stunden). Dagegen lebten 2 junge Katzen fort, als er den zweiten Vagus 4 Monate nach dem ersten durchschnitt, sie lebten noch 14 Tage nachher, allein als nun der zuerst operirte und wieder verheilte Nerve nochmals durchschnitten wurde, starben sie in 30 Stunden.

Die Beweiskraft einer andern Reihe von Versuchen beruht auf der Wiederherstellung der Bewegung in Gliedern, deren Nerven vorher durchschnitten worden. Die meisten Versuche dieser Art beweisen gar nichts, wenn man nicht, wie in Tiedemann's Fall, alle Nerven eines Gliedes durchschneidet. Swan hatte viele Versuche über den Erfolg der Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* bei Kaninchen angestellt, aus denen sich jedoch kein entscheidendes Resultat ergiebt. J. Swan, *über die Behandlung der Localkrankheiten der Nerven, übers. v.* Francke. *Leipzig* 1824. Die Thiere lernen nach der Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* bald wieder gehen, aber erlangen den vollkommnen Gebrauch des Fusses niemals wieder. Dass diese Thiere selbst einige Tage nach der Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* am Oberschenkel den Fuss wieder gebrauchen, darf uns nicht wundern. Denn da die Aeste der Oberschenkelmuskeln ganz hoch oben aus dem *Plexus ischiadicus* und dem *N. ischiadicus* abgehen, so werden sie in der Regel durch die Verletzung des *Nervus ischiadicus* am Oberschenkel gar nicht betheiligt. Dazu kommt, dass die Oberschenkelmuskeln auch von dem *N. cruralis* und *obturatorius* versehen werden. Die Durchschneidung des *N. ischiadicus* in der Mitte des Oberschenkels und selbst höher lähmt nur den *Nervus peronaeus* und *tibialis*, also die Muskeln des Unterschenkels und Fusses. Ohne dass die Thiere vollkommen auftreten können, werden dieselben nach jener Operation doch das Bein beim Gehen durch die vollkommene Wirkung der Oberschenkelmuskeln gebrauchen.

Tiedemann, der bei einem Hunde in der Achselhöhle die Nervenstämme des Vorderbeins, namentlich den *N. ulnaris, radialis, medianus, cutaneus ext.* durchschnitten, beobachtete nach 8 Monaten und noch mehr nach 21 Monaten eine Herstellung der Empfindung und Bewegung, so dass der Hund zuletzt den vollständigen Gebrauch des Fusses wieder erlangt hatte. Diess ist einer der überzeugendsten Versuche für die Regeneration der Nerven.

Zur Untersuchung der Regeneration der Nerven kann man sich der Versuche über die Leitungsfähigkeit der Narbe bedienen, indem man den Nerven über der Narbe mechanisch oder galvanisch reizt. Die Narbe leitet als nasse Substanz die Electricität, leitet sie aber das Nervenprincip, wenn der Nerve über der Narbe allein galvanisch erregt wird? Bei galvanischen Versuchen muss

man sich nur eines einfachen Plattenpaares bedienen, weil bei Anwendung stärkerer Ströme quer durch die Dicke des Nerven leicht eine Ableitung nach der Länge des Nerven durch die Narbe geschieht, wo es dann eben so viel ist, als wenn man den Nerven unter der Narbe gereizt hätte.

Wird ein beträchtliches Stück aus einem Nerven ausgeschnitten, so dass die beiden Enden des Nerven nur unvollkommen oder gar nicht verwachsen, so verliert der Nerve nach einiger Zeit unterhalb der Durchschnittsstelle seine Reizbarkeit ganz, wird er gereizt, so entstehen keine Zuckungen der Muskeln mehr, wie aus den von mir und Dr. Sticker angestellten Versuchen hervorgeht. Muell. *Arch.* 1834. *p.* 202. Sind aber die Nerven ohne Substanz und Verlust durchschnitten und hat eine vollkommene Verheilung ihrer Enden stattgefunden, so behält der Nerve unter der Narbe nicht allein seine Reizbarbeit für directe Reize, sondern die Narbe leitet auch das Nervenprincip mehr oder weniger vollkommen und es entstehen Zuckungen der Muskeln, wenn der Nerve oberhalb der Narbe mechanisch oder galvanisch gereizt wird. Einige hieher gehörige Versuche an Kaninchen von mir sind in den früheren Auflagen dieses Werkes ausführlich beschrieben. An kaltblütigen Thieren gelingt die Reproduction schneller und leichter.

Schwann durchschnitt bei einem Frosche in der Mitte beider Oberschenkel den *N. ischiadicus.* In der ersten Zeit nach der Operation hüpfte der Frosch nur selten, sondern bewegte sich meistens durch Kriechen fort. Nach Verlauf eines Monates hüpfte er schon häufiger, und nach 3 Monaten ging diese Bewegung fast eben so gut von Statten, wie bei einem gesunden Frosch. Auch die Anfangs aufgehobene Empfindlichkeit in den Füssen war nach dieser Zeit grösstentheils zurückgekehrt. Wurden die blossgelegten Nerven hoch oben oder dicht über der Narbe mit einer Nadel gereizt, so entstanden starke Zuckungen an den entsprechenden Muskeln. Dasselbe zeigte sich, wenn die Nerven unter der Narbe und wenn die Muskeln selbst gereizt wurden. Die Narbensubstanz von 1‴ Länge hatte nicht das glänzende Ansehen des übrigen Nerven, sondern war etwas mehr durchscheinend. Unter dem Mikroskop zeigte die fragliche Stelle aber an ihrer ganzen Länge dicht an einander liegende Nervenfäden, und das mehr durchscheinende Ansehn schien nur durch ein weniger vollständig reproducirtes Neurilem zu entstehn. Diese Fäden gingen continuirlich in die Nervenfäden der beiden Nervenstumpfe über. Neuerlich ist die Reproduction der Nerven mit Herstellung der Leitung durch zahlreiche Versuche von Steinbrueck bestätigt worden. *De nervorum regeneratione diss. inaug. Berol.* 1838. Von besonderem Interesse ist die von Steinbrueck beobachtete Verunstaltung der Nägel bei Kaninchen nach Durchschneidung des *N. ischiadicus* und das Ausfallen der Tasthaare nach Durchschneidung des *N. infraorbitalis.*

Für die Regeneration der Nerven bei kleinen durchschnittenen Nervenfasern spricht auch die Wiederkehr einiger Empfindung in transplantirten Hautlappen, die nach der Transplantation

und Anwachsung von der Hautbrücke, mit der sie früher noch zusammenhingen, getrennt werden, wie z. B. der aus der Stirn gebildete Hautlappen für die neue Nase nach dem Anwachsen an der Stelle des Zusammenhanges mit der Stirnhaut getrennt wird. Wenn hier keine Regeneration der feinen Nervenfäden an den Verwachsungsstellen einträte, so müsste ein solches Hautstück zuletzt ganz unempfindlich seyn. Nach den Erkundigungen, die ich in dieser Hinsicht bei dem Erfahrensten in diesen Dingen, Dieffenbach, eingezogen, bleibt die Empfindlichkeit in diesen Theilen zwar immer sehr gering, aber sie ist doch nicht ganz zu läugnen. Vergl. Bischoff in Muell. *Archiv* 1839. *Jahresb.* 151.

Ein Umstand, der es besonders schwierig macht, sich eine deutliche Vorstellung von dem Hergange bei der Regeneration der Nerven zu machen, ist das Vorhandenseyn von Bündeln verschiedener Nervenfasern in manchen Nerven, motorischer und sensibler Fasern, wovon die ersteren, wie später gezeigt wird, allein die Fähigkeit haben, Muskelbewegungen zu erzeugen. Bei der Regeneration solcher Nerven müssten daher die motorischen Fasern mit den motorischen, die sensiblen mit den sensiblen verwachsen. Schwann bezweckte bei seinem oben erwähnten Versuch hauptsächlich zu ermitteln, ob das Zusammenheilen von Empfindungs- und Bewegungsfasern an durchschnittenen Nerven dadurch bewiesen werden könne, dass, wenn die hinteren (Empfindungs-) Wurzeln solcher Nerven im Rückenmarkskanale gereizt werden, vielleicht Zuckungen entständen. Er legte daher an dem Frosche, an dem die *N. ischiadici* auf beiden Seiten durchschnitten und wieder zusammengeheilt waren, das Rückenmark bloss und durchschnitt die hinteren Wurzeln beider Seiten; allein es zeigte sich keine Bewegung in den Schenkeln, dagegen entstanden starke Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels, als die vorderen Wurzeln durchschnitten wurden. Aus diesem negativen Resultat aber liess sich kein Schluss gegen das Zusammenheilen von Empfindungs- und Bewegungsnerven ziehen, weil der Erfolg dadurch erklärt werden kann, dass die Empfindungsnerven vielleicht nicht das Vermögen besitzen, eine Reizung vom Centrum nach der Peripherie zu leiten. Vergl. Steinbrueck a. a. O. *p.* 59. Bidder in Muell. *Arch.* 1842. 102.*)

*) Von besonderem Interesse sind Gruithuisens Beobachtungen an sich selbst, nachdem er sich den *Nervus dorsalis radialis pollicis* am hintern Theile des 2. Gliedes durch eine bis auf den Knochen gehende grosse Querwunde durch Zufall zerschnitten hatte. Die linke Seite des Daumrückens war bis unter den Nagel ganz unempfindlich. Zur Zeit der Entzündung wurde diese Hautstelle schmerzhaft und litt an einem dauernden, stechenden und brennenden Schmerz. (Diess war wohl durch die Entzündung des Nervenstumpfes vom obern Theile des Nerven verursacht, und wurde nur scheinbar, wie nach Amputationen, in der unempfindlichen Haut gefühlt.) Diese Schmerzen verschwanden nach 8 Tagen mit der Heilung, worauf der unempfindliche Zustand wieder eintrat. Später trat einige Empfindung, aber eine nur höchst unbestimmte, ein. Gruithuisen konnte, wenn er die Augen schloss, auf einer Strecke von 2 Zoll Länge und ¾ Zoll Breite nicht bestimmen, wo er berührt wurde, und machte Fehler von 3—5 Linien. Wenn er auf die Narbe klopfte, hatte er die Empfindung von Prickeln unter dem Nagel. 8 Monate, nachdem er diese Beobachtungen angestellt, war die Empfindung durchaus noch eben so undeutlich wie früher.

Was die Reproduction des Gehirns und Rückenmarks betrifft, so liegen keine Thatsachen vor, welche beweisen, dass jemals die Folgen der Zerstörung der Gehirnmasse und des Rückenmarkes durch die Reproduction der neuen Substanz ganz hergestellt werden. Arnemann sah zwar bei Hunden nach Verlust von 26—54 Gran Gehirn 7 Wochen später die Wunde von neuer gallertartiger gelblicher Substanz ausgefüllt, die sich leichter als die Hirnsubstanz in Wasser löste. Es fragt sich aber, ob diese neue Materie wirklich Hirnsubstanz ist. Zerstörungen des grossen Gehirns an der Oberfläche haben oft keine auffallenden Folgen, wenn sie nicht mit Druck oder Irritation verbunden sind. Verletzungen des Rückenmarkes sind bekanntlich leider unheilbar. Das Gehirn vernarbt nach Flourens (*Versuche über die Eigensch. und Verricht. des Nervensystems*) zwar leicht, aber eine eigentliche Reproduction der Hirnsubstanz, die Arnemann angenommen, findet nach ihm nicht statt, indem die verwundeten Theile anfangs zwar aufschwellen, aber später wieder collabiren und einfach vernarben. Die Funktionen des Gehirns stellen sich zwar oft wieder her; allein diess geschieht, wenn es geschieht, öfter schon nach einigen Tagen, und die Reproduction hat wohl nicht allen Antheil daran. Indess soll doch die Wandung eines Hirnventrikels, wenn sie in einer Strecke weggenommen worden, durch Verlängerung der Rinde sich wieder herstellen.

b. Regeneration bei suppurativer Entzündung.

Die eiternde oder suppurative Entzündung bildet sich immer aus, wenn eine Wunde im exsudativen Stadium der Entzündung nicht heilen kann. Während der Heilung einer Wunde bei suppurativer Entzündung wird keine plastische Materie (aufgelöster Faserstoff), welche organisirbar ist, ausgeschieden, der Eiter ist nicht organisationsfähig. Home's Ideen über die Umbildung von Eiter in Fleischwärzchen sind ein gänzliches Missverständniss der Natur. Vielmehr sind es die Fleischwärzchen, von welchen die in allem Eiter enthaltenen Eiterkörperchen abgestossen werden. Letztere, welche dem Eiter seine Consistenz und Farbe ertheilen sind meist grösser als Blutkörperchen, sie sind mit einem *nucleus* versehen und gleichen einigermassen den Eipetheliumzellen. Die Granulationen bestehen selbst aus Zellen, von welchen die oberflächlichsten vergänglich sind und in das Eitersecret gerathen. Vogel *über Eiter und Eiterung. Erlangen* 1838. Güterbock *de pure et granulatione. Berol.* 1837. Wood *de puris natura et formatione. Berol.* 1837. Henle *in* Hufelands *Journ. Bd.* 86. *St.* 5. Lehmann *und* Messerschmidt *in der medic. Vierteljahrsschrift I.* 220.

Bei der Heilung der Wunden *per primam intentionem in stadio exsudationis* der Entzündung, verwachsen die Wundränder mit Hülfe der organisirbaren aufgelösten Materie des Blutes. Bei der Heilung eiternder Wunden entstehen keine neuen Gefässe in vorher von der Oberfläche exsudirter Materie, sondern die eiternden Ränder und der Boden werden durch Wachsthum der organisirten Partikeln vorgeschoben, indem sich zwischen den schon vorhandenen Zellen neue bilden, immer aber zugleich die äussersten sich wieder abstossen. Da nun das Vordringen der organisirten

Theile von allen Seiten, vom Rande wie von der Tiefe aus, gleichförmig geschieht, so wird die Circumferenz der Wunde und das Becken immer kleiner, und zuletzt punktförmig, oder auf Null reducirt, wodurch die Eiterung von selbst aufhört. Nur wenn der Boden stärker als die Ränder wächst, erhebt sich der granulirende Boden über die Ränder empor; in diesem Zustande kann die eiternde Wunde nicht reducirt werden, und das rechte Verhältniss der wachsenden Ränder zum wachsenden Boden wird durch Cauterisation hergestellt. Im entgegengesetzten Falle, wenn der Boden im Wachsthume zurück bleibt, wird die Wunde sinuös, und die Ränder müssen aufgeschlitzt werden. Bei ganz oberflächlicher Eiterung hört zuletzt die Eiterung mit der Entzündung auf, ohne dass es der Reduction bedarf.

Ueber die im Eiter aufgelösten Stoffe liefert die Untersuchung von Güterbock Aufschluss. Der Eiter enthält Eiweiss und eine eigene Materie, die der Verf. Pyin nennt. Letztere gehört mit dem Käsestoff und Chondrin in die Reihe der Substanzen, die von einem Minimum von Essigsäure gefällt werden; sie unterscheidet sich von beiden aber bestimmt. Sie wird von Essigsäure gefällt und wie das Chondrin von überschüssiger Essigsäure nicht aufgelöst; von Alaun wird sie gefällt, aber wie der Käsestoff von überschüssigem Alaun nicht aufgelöst, während Chondrin wieder aufgelöst wird und Käsestoff hinwieder von überschüssiger Essigsäure aufgelöst wird. Salzsäure fällt; überschüssig löst sie wieder auf. Die saure Auflösung wird von Kaliumeisencyanid nicht gefällt. Die Materie ist in Wasser löslich, wird von Weingeist gefällt und von Wasser wieder aufgelöst. Im Schleim ist dieser Stoff auch enthalten, aber der Schleim enthält nicht das Osmazom und das Eiweiss des Eiters. Eiter und Tuberkel sind sehr verschieden.

Der Process, welcher auf die Nekrose der Knochen erfolgt, bietet ein grosses physiologisches Interesse dar.

Ein Knochen wird nekrotisch oder stirbt ab, entweder in Folge eines übeln Ausganges der (dyskrasischen) Knochenentzündung, oder in Folge von Zerstörung seiner Gefässe durch Zerstörung der Beinhaut oder des Markgewebes. Wird die Beinhaut, die durch ihre Gefässe in dem innigsten Zusammenhange mit den Gefässen des Knochens steht, in beträchtlicher Strecke zerstört, so stirbt die äussere Schichte des Knochens (nicht die ganze Dicke des Knochens) ab, weil die Gefässe der äussern Schichte durch Zerstörung der Beinhaut ausser Thätigkeit gesetzt sind. Wird das Markgewebe eines Knochens durch Entzündung oder künstlich in einem durchsägten Röhrenknochen eines Thieres zerstört, so sterben die inneren Schichten des Knochens (nicht die ganze Dicke des Knochens) ab, weil die Gefässe der inneren Schichten des Knochens mit den Gefässen des Markgewebes im innigsten Zusammenhange stehen. Merkwürdig ist nun der Process, welcher bei der innern Nekrose in den äusseren noch lebenden Theilen des Knochens, bei der äusseren Nekrose in den inneren noch lebenden Theilen des Knochens entsteht. Dieser Theil des Knochens entzündet sich, die Folge dieser Ent-

zündung ist im *Stadium exsudativum* Ausschwitzung, wie beim entzündeten gebrochenen Knochen, worauf später die ausgeschwitzte Masse wie bei den Knochenbrüchen organisirt und ossificirt wird. Hat man den Knochen äusserlich verletzt, und eine äussere Nekrose bewirkt, so erfolgt die Exsudation auf der innern Fläche der Höhle der Röhrenknochen, wodurch die Markhöhle verkleinert wird. Dieser Callus auf der innern Fläche der Röhrenknochen verstärkt nun die Dicke des Knochens, dessen äussere Schicht abgestorben ist. Bewirkt man dagegen eine Zerstörung des Markes an einem durchsägten Röhrenknochen eines Thieres, worauf die innere Schicht abstirbt, so erfolgt die Exsudation auf der äusseren Fläche von den äussern noch lebenden Schichten des Knochens. Diese Exsudationen sieht man am deutlichsten bei Thieren, in deren hohle Knochen man einen heissen Stab bringt, oder deren Knochen man mit Wolle ausstopft.

Die Aufschwellung dauert während des ganzen Verlaufes der Knochenentzündung fort, und erscheint erst recht deutlich, wenn der Knochen sich gegen das nekrotische Stück hin erweicht, und hier überaus gefässreich wird; dieses Wachsthum des entzündeten und erweichten Knochens hat bei den Säugethieren den grössten Antheil an der Regeneration des nekrotischen Knochentheils. An der Stelle, wo die gesunde äussere Schichte die innere nekrotische oder die gesunde innere Schichte die äussere nekrotische berührt, wird die noch lebende entzündete Knochenschichte ganz weich, roth, granulirend, und wächst bei der innern Nekrose nach aussen vor, wodurch um die nekrotische innere Schichte (Sequester) nicht eine neue Röhre, sondern eine Verstärkung der äussern Schichte entsteht, oder unterhalb der äussern abgestossenen nekrotischen Schicht eine Verstärkung der innern Schicht nach aussen sowohl als gegen die Markhöhle hin erfolgt. Diese Aufschwellung dauert fort, während die Oberfläche des entzündeten und erweichten Knochens entweder nach innen gegen die innere Nekrose, oder nach aussen hin gegen die äussere Nekrose Eiter abzusondern fortfährt.

Ist die ganze Dicke eines Knochens abgestorben, so kann kein Knochen regenerirt werden; dagegen erfolgt die Regeneration in der Regel, wenn bloss die äussere oder innere Schicht abgestorben ist; es wird aber hier kein neuer Knochen gebildet, sondern das bei der innern Nekrose abgestorbene Röhrenstück ist nur eben die innere Schicht des Röhrenknochens, und die neue Röhre um die abgestorbene ist auch eben nur die verstärkte und aufgeschwollene äussere Schichte des Röhrenknochens.

Man hat sich viel gestritten, ob die Reproduction der neuen Knochenmasse, welche den Sequester bei der innern Nekrose einschliesst, von der Aufschwellung der äussern Schichten des Knochens oder von der überkleidenden Beinhaut ausgehe. Weidmann (*de necrosi ossium*) nimmt beide Fälle an. Troja behauptet nach seinen neueren Versuchen das Erstere, und Scarpa hat es neuerdings als richtig erwiesen. Meding dagegen vertheidigt die Reproduction des Knochens durch die Beinhaut, und so neuerlich Syme *L'institut* 1838. *N.* 248. Die Beinhaut ist nur insofern dabei

thätig, als ihre Blutgefässe das Material zur Bildung des neuen Knochens in Gemeinschaft mit den Blutgefässen des noch lebenden Knochens hergeben. Es lässt sich durch Versuche zeigen, dass der grösste Theil der neuen Knochenmasse nur durch das während der ganzen Eiterung fortdauernde Wachsthum der äussern Schichte (bei der innern Nekrose) gebildet wird. Miescher hat übrigens bewiesen, dass die Vorstellung von Scarpa von einer Expansion des alten Knochens nicht ganz richtig ist, indem die Anschwellung der noch vorhandenen äussern gesunden Schichte durch Exsudation geschieht.

Was ich hier über die Reproduction der Knochen bemerkt habe, beruht theils auf Untersuchung der Präparate von Weber, welche Bannerth beschrieben hat, theils auf Miescher's Beobachtungen. Versuche von Pockel's über die Regeneration nach innerer Nekrose an mehreren Thieren, die wir gemeinschaftlich in Braunschweig secirten, lieferten übereinstimmende Resultate. Vergl. Troja, *neue Beob. u. Vers. über d. Knochen*, übers. von Schoenberg *Erlang.* 1828. Koehler *exp. circa regenerationem ossium. Gott.* 1786. Kortum *diss. exp. et observ. circa regenerationem ossium. Berol.* 1824. Meding *diss. de regeneratione ossium. Lips.* 1823. Scarpa *über die Expansion der Knochen und den Callus. Weimar* 1828. Bannerth, *Naturae conaminum in ossibus laesis sanandis indagatio anatomico-physiologica. Bonnae* 1831.

Die reichhaltigste Zusammenstellung der Litteratur über die Reproduction der verschiedensten Theile liefert die vorher erwähnte Preisschrift von Pauli.

III. Abschnitt. Von der Absonderung.

I. Capitel. Von den Absonderungen im Allgemeinen.

Während das Blut aus den feinsten Zweigen der Arterien durch die Capillargefässnetze in die Anfänge der Venen übergeht, dringen die flüssigen, d. h. aufgelösten Theile des Bluts durch Tränkung zum Theil in das Gewebe der Organe ein. Diese erleiden durch die Einwirkung des Gewebes eine chemische Veränderung: gewisse Bestandtheile werden angezogen, andere werden von den Organtheilen selbst an das Blut abgegeben. Man kann diese Veränderungen der aus dem Kreislaufe des Blutes abgehenden Theile desselben im Allgemeinen Metamorphose nennen. Die Metamorphose der Substanz auf diesem Wege ist aber überhaupt eine dreifache: 1. Verwandlung von Bestandtheilen des Bluts in die organisirte Substanz verschiedener Organe — *Intussusceptio*, Ernährung. Diese ist im vorhergehenden Abschnitt pag. 350 abgehandelt. 2. Verwandlung von Bestandtheilen des Bluts auf der

flächenhaften Grenze eines Organes in feste, nicht organisirte Substanz, wodurch die nicht organisirten Theile wachsen — *Appositio.* Davon ist früher gehandelt. 3. Verwandlung von Bestandtheilen des Blutes auf der flächenhaften Grenze eines Organes in eine auszuscheidende flüssige Materie — *Secretio*, Absonderung. Diese ist der Gegenstand der gegenwärtigen Untersuchung. Materien, welche durch diesen chemischen Process zwischen dem Blute und einem absondernden Apparat ausgeschieden werden, sind theils:

1. Bestandtheile, welche als solche bereits in dem Blute vorhanden waren und bloss aus demselben entfernt werden, wie die Ausscheidung des Harnstoffs durch die Nieren, die Ausscheidung der Milchsäure und milchsauren Salze durch den Urin und durch den Schweiss — *Excretio, Excreta.* Bei dem Menschen sind die in der Thierwelt allgemeinsten *Excreta*, Harn und Schweiss, sauer; indessen ist es nicht constant, dass die Excretionsstoffe sämmtlich sauer reagiren, wie Berzelius einst die Absonderungen ordnete: denn der Harn einiger pflanzenfressenden Thiere reagirt alkalisch und die eigenthümlichen *Excreta* mehrerer Thiere sind zuweilen alkalisch, wie ich z. B. den scharfen Excretionsstoff der Haut der Kröten gefunden habe.

2. Absonderungen von Materien, welche nicht unmittelbar aus dem Blut abgeschieden werden können, indem sie darin nicht vorhanden sind, die vielmehr aus näheren Bestandtheilen des Bluts erst durch einen chemischen Prozess erzeugt werden, wie die Galle, der Samen, die Milch, der Schleim u. s. w. *Secretio.*

Die *Secreta* dieser Art sind zum Theil auch wieder bloss Ausscheidungen, welche weiter keinen Zweck in der thierischen Oekonomie mehr erfüllen, sondern höchstens zum Schaden für andere thierische Wesen und zur Vertheidigung derjenigen, welche sie bilden, dienen oder durch Verbreitung eigenthümlicher Gerüche andere thierische Wesen anziehen oder abstossen u. s. w., und dadurch in weiteren Kreisen in den Plan der thierischen Oekonomie der Natur eingreifen. Dergleichen Excretionsstoffe werden an fast allen Theilen der Körperoberfläche in der Thierwelt abgesondert. Es gehören z. B. hierher die scharfen Absonderungen vieler Käfer, der Wespen, der Bienen, des Scorpions, die Spinnmaterie der Spinnen, Insekten, Muscheln, der Tintenbeutel der Cephalopoden, die Submaxillar-Moschusdrüse des Crocodils, die Folliculi lacrymales der Wiederkäuer, die Gesichtsdrüsen der Fledermäuse, die Schläfendrüse des Elephanten, die mit vielen Oeffnungen sich öffnenden Drüsen im Hypochondrium der Spitzmäuse, die Rückendrüse des Tajassu, die Oeldrüsen über dem Steiss der Vögel, die Moschusdrüse am Schwanz des Sorex moschatus, die Afterdrüsen der Fischotter, des Maulwurfs, des Bibers, der Hyäne, des Zibetthiers u. s. w., die Vorhautdrüsensäcke der Hamster und Ratten, des Bibers, worin das Bibergeil enthalten, die *Folliculi inguinales* der Hasen, der Moschusbeutel des Moschusthiers unter der Haut des Unterleibs, über dem *Penis* gelegen und vor der Vorhaut sich öffnend; die Schenkeldrüsen mehrerer Eidechsen, die Giftschenkeldrüse des Schnabelthiers,

die Klauendrüse mehrerer Wiederkäuer. Siehe das Nähere in J. Mueller *de glandularum secernentium structura penitiori. Lipsiae* 1830.

Diese Excretionsstoffe können Wirkungen ausser dem Thiere hervorbringen, aber auch für die thierische Oekonomie desjenigen Organismus, welcher sie ausscheidet, in sofern wichtig werden, als die Bildung dieser Stoffe auf Kosten gewisser näherer Bestandtheile des Bluts geschehen muss, das Blut also durch die beständige Ausscheidung gewisser, zu dieser Zusammensetzung nöthiger Elemente selbst chemisch verändert wird. Die Unterdrückung dieser Absonderungen würde zum Theil vielleicht eben so nachtheilig wirken, wie die Unterdrückung gewisser krankhafter Ausscheidungen bei dem Menschen, welche gleichsam als Apparate für die Erhaltung der gesunden Mischung des Blutes zu betrachten sind. Wenn sich eine organische Verbindung ausser dem thierischen Körper in eine andere umwandelt, so werden gewisse Bestandtheile, die zu dieser zweiten Verbindung überflüssig sind, ausgeschieden, wie bei der Umwandlung des Zuckers in Weingeist Kohlensäure entweichen muss. Unter demselben Gesichtspunkt kann man nicht bloss die Ausscheidung des Schweisses und Harnes, sondern auch die der eigenthümlichen Excretionsstoffe mancher Thiere betrachten. Die Bildung und Ausscheidung des Harnstoffes ist für die Erzeugung einer edlern organischen Verbindung dasselbe, was die Ausscheidung der Kohlensäure bei Bildung des Weingeistes aus Zucker.

Wendet man diess auf die Ausscheidung krankhafter Stoffe an, so muss man wohl zweierlei krankhafte Absonderungen unterscheiden: bei der einen Art ist ein krankhaftes Secretionsprodukt dermalen zur Erhaltung der gesunden Mischung des Bluts nöthig und so lange der Mischungsprocess des Blutes überhaupt nicht günstig verändert worden, lässt sich eine solche krankhafte Secretion ohne Schaden nicht aufheben. Ganz anders ist es mit den krankhaften Secretionen, welche bloss örtliche Bedingungen haben. Nach der Amputation, die bei einer grossen, aber nicht dyskrasischen Eiterung angestellt wird, ist es daher aus physiologischen Gründen nicht zu rechtfertigen, wenn die Chirurgie zuweilen aus Missverständniss der physiologischen Vorgänge vicarirende Absonderungen einrichten will und die Heilung per primam intentionem fürchtet.

Andere Secrete der zweiten Art erfüllen in der thierischen Oekonomie des Organismus noch weitere Zwecke, wie die Milch, die Galle, der Samen, der Schleim.

Die wahren Secreta sind häufig alkalischer Natur, aber keineswegs immer und oft verändert sich ein und dasselbe Secretum unter leichten Bedingungen aus der alkalischen in die saure, und aus der sauren in die alkalische Beschaffenheit, wie der Speichel und pankreatische Saft.*)

*) Eine vollständige Zusammenstellung über die saure oder alkalische Reaction der thierischen Flüssigkeiten hat Schultze in seiner vergleichenden Anatomie gegeben.

Die Bildung solcher eigenthümlichen Secreta, die im Blut nicht schon enthalten sind, setzt einen specifisch wirksamen chemischen Apparat, sey es eine Haut oder eine Drüse, voraus. Mit der Zerstörung dieses Apparates hört jene Absonderung für immer auf, wie die des Samens nach Entfernung des Hodens, der Milch nach Entfernung der Brustdrüse, der Galle nach Unterbindung der ganzen Leber (beim Frosch). S. oben p. 132. Daher ist nicht richtig, was Haller einst behauptete (*Elem. Physiol. II.* 369), dass fast alle Secreta von jedem Secretionsorgane krankhafter Weise abgesondert werden könnten. Die im Blute selbst enthaltenen Excretionsstoffe, wie der Harnstoff u. a. können dagegen auch nach der Zerstörung ihrer natürlichen Ausscheidungsorgane überall ausgeschieden werden. Die hieher gehörigen Thatsachen werden wir später am Schlusse dieses Abschnittes, wo von der Veränderung der Absonderungen gehandelt wird, zergliedern.

Die chemischen Apparate der thierischen Secretionen sind theils Zellen, wie die Fettzellen, theils ebene Häute, wie die serösen Membranen, theils Organe von eigenthümlicher, zusammengesetzter Structur — Drüsen.

1) *Absondernde Zellen.* Hierher gehören die Zellen des Eierstocks (*Vesiculae Graafianae*) mit einer eiweissstoffhaltigen Flüssigkeit gefüllt, in welchen sich das Ovulum bildet; ferner die Zellen des Hodens einiger Fische, wie des Aals, der Pricke und einiger anderer, bei welchen nämlich der Hoden keine Samenkanälchen und keinen Ausgang besitzt, wie Rathke zuerst beobachtet, und der Same durch Zerplatzen der Zellen in die Bauchhöhle gelangt, von wo er durch eine einfache Oeffnung ausgeführt wird. Am ausgebreitetsten ist die Absonderung durch Zellen in dem Fettzellgewebe.

Das Fett ist ein blosses Depositum in den Fettzellen, theils unter der Haut im *Panniculus adiposus*, theils im *Omentum*, in der Umgegend der Nieren und in dem Mark der Knochen und stellenweise an vielen anderen Theilen. Die Fettzellen des Menschen sind rundlich, die des Schafes und der Thiere mit Talgfett polyëdrisch. Die verschiedenen Fettarten in der Thierwelt unterscheiden sich vorzüglich durch den Temperaturgrad, bei welchem sie weich und flüssig werden, und durch einen verschiedenen Gehalt an Stearin und Elain, in der Schmelzbarkeit verschiedenen Fettarten. Das Fett der kaltblütigen Thiere ist bei gewöhnlicher Temperatur noch flüssig. Die Zusammensetzung des Fettes ist schon pag. 121 angegeben. Dieses freie Fett ist stickstofflos, während andere Fettarten, wie das gebundene Fett im Blut und im Gehirn, stickstoff- und phosphorhaltig sind. Stearin und Elain sind übrigens in Aether und heissem Weingeist löslich, Elain bleibt in dem erkalteten Weingeist gelöst. Der Nutzen des Fettes besteht offenbar theils in seiner Verwendung zur Ausgleichung der Formenverhältnisse, theils dient dasselbe als schlechter Wärmeleiter zum Schutz der inneren Theile. Das Fett kann aber auch als ein deponirter Nahrungsstoff betrachtet werden, der bei Hungernden und auch bei dem Schwinden der Theile durch Bindung mit anderen Thierstoffen oder verseift ungemein leicht wieder

aufgelöst und in die Blutmasse wieder aufgenommen, zu organischen Combinationen weiter verwandt wird.

Die Bedingungen zur reichlichen Absetzung des Fettes sind Ueberfluss an stickstofffreien Nahrungsmitteln, wie Stärkemehl, Fett u. a. und Mangel an Bewegung. So werden die Gänse fett gemacht, indem sie mit Stärkmehl gefüttert werden, und ihnen die Bewegung entzogen wird, Rinder und Schweine unter ähnlichen Bedingungen gemästet. Nach Liebig werden die nicht fettigen stickstofflosen Nahrungsstoffe, wie Stärkmehl u. a. bei der Ernährung in Fett umgesetzt, dagegen Dumas das abgesetzte Fett ohne eine solche Umsetzung der Elemente aus dem in den vegetabilischen Nahrungsmitteln selbst enthaltenen Antheil von Fett ableitet.

Die Bewegung bedingt einen raschern Stoffwechsel, angeregt von dem durch die Respiration in das Blut eindringenden Sauerstoff, in dessen Folge das Fett oxydirt wird und seinen Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure an die Atmosphäre abgiebt. Dasselbe geschieht bei den Hungernden und im Winterschlaf. Bei den Hungernden ist das Fett das Erste, was durch den unaufhaltsam zehrenden Sauerstoff zersetzt wird. Die Winterschläfer verlieren unter Fortdauer eines schwachen Athmens zuletzt alles Fett, das durch den Angriff des Sauerstoffs in dem Athmen zunächst verzehrt wird (Liebig).

2) *Absondernde Häute.* Unter die absondernden Häute gehören vorzüglich die serösen Häute, die Schleimhäute und die äussere Haut.

a. Seröse Häute. Die serösen Häute bestehen aus ähnlichen Fasern wie das Bindegewebe oder sogenannte Zellgewebe, die auf dieselbe Weise zu Bündelchen verbunden und durch einander gewirkt sind. Sie bilden drei Ordnungen: 1. *Bursae synoviales*, sowohl *subcutaneae*, als die *Bursae synoviales tendinum*, welche den durch sie hindurchgehenden, oder an ihnen vorbeigehenden Sehnen einen Ueberzug geben. 2. Synovialhäute der Gelenke. Wenn Sehnen oder Bänder durch Gelenke hindurch gehen, so erhalten auch diese einen Ueberzug. Die Synovia ist eine alkalische eiweisshaltige Flüssigkeit, welche durch Kochen coagulirt. 3. Seröse Häute der Eingeweide. Sie sind sackförmig geschlossen und entstehen als häutige Grenzen, wo Eingeweide frei einander berühren oder in Höhlen liegend von anderen Theilen abgesondert sind. Die durch eine seröse Haut begrenzten Eingeweide sind von aussen so in den serösen Sack eingedrückt, dass sie selbst davon wieder einen Ueberzug erhalten.

Die Synovialhäute der Gelenke und die serösen Häute der Gelenke besitzen nach Henle auf ihrer glatten freien Fläche einen Ueberzug von pflasterartigen Epitheliumzellen, welche den *Bursae synoviales* und *tendinum* fehlen. Die Epitheliumzellen einiger serösen Häute sind mit Wimpern besetzt, die einen Strom der Flüssigkeit an den Wänden der Membran durch ihre Bewegung unterhalten. Dahin gehören der Herzbeutel der Frösche und ein Theil ihrer Bauchwände zwischen Tuba und Eierstock (Mayer). Dieselbe Structur hat das Peritoneum bei denjenigen

Fischen, deren Eier in die Bauchhöhle fallen und aus dieser durch Bauchöffnungen abgehen, wie bei den Salmonen (Vogt).

Von dem Gesetz, dass die serösen Häute geschlossene Säcke sind, giebt es nur selten Ausnahmen, wie z. B. die Oeffnung der Eierröhren des Menschen und aller übrigen Wirbelthiere (bis auf einige Fische) in die Bauchhöhle, ferner die Oeffnungen, welche bei den Haifischen und Rochen, den Salmonen, den Aalen und Pricken von aussen in die Bauchhöhle führen. Bei den Stören, Haifischen und Rochen hängt der Herzbeutel selbst mit der Bauchhöhle zusammen, und bei den Ammocoetes und Myxinoiden ist dieser Zusammenhang am grössten*).

Man stellt sich häufig vor, dass die serösen Höhlen während des Lebens mit einem Gas angefüllt seyen, ohne zu fragen, was diess für ein Gas seyn könnte. Diess ist eine unrichtige Vorstellung. Die serösen Säcke sind während des Lebens so von ihren Eingeweiden angefüllt, dass gar keine Zwischenräume innerhalb derselben vorhanden sind, und es wird von den Oberflächen der serösen Häute während des Lebens nur so viel Flüssigkeit abgesondert, um die einander berührenden Wände schlüpfrig zu erhalten und vor Verwachsungen zu schützen. So sind die Baucheingeweide unter dem beständigen Druck der Bauchmuskeln zusammengepresst; nur im Innern des Darmkanals erleidet der Raum der Bauchhöhle nach oben und abwärts Veränderungen. Zwischen Pleura costalis und pulmonalis ist während des Lebens nicht der geringste Zwischenraum, indem die Oberflächen der Lungen durchaus immer den Bewegungen des Thorax folgen, wodurch allein das Athmen möglich ist. Auch zwischen Herzbeutel und Herz braucht man keine gasförmigen Stoffe und keine Flüssigkeit während des Lebens anzunehmen; denn immer ist ein Theil des Herzens vom Blut ausgedehnt, während der andere Theil des Herzens zusammengezogen ist. Durch die Anhäufung des Blutes in dem eben erweiterten Theil des Herzens, sey es Vorhof oder Kammer, wird also die Höhle des Herzbeutels in jedem Augenblick ausgefüllt, und wenn auch durch die Zusammenziehung eines Theils des Herzens im Herzbeutel ein luftleerer Raum entstehen könnte, so würden die anliegenden Lungen vermöge des Luftdrucks von aussen durch die Bronchien, den Herzbeutel verdrängend, diesen leeren Raum einzunehmen suchen. Zwischen Rückenmark und Arachnoidea befindet sich nach Magendie's Untersuchungen eine grössere Menge seröser Flüssigkeit, welche bis in die Ventrikel des Gehirns eindringt. Aber diese Flüssigkeit liegt ausser-

*) Bei den Vögeln sollen nach der gewöhnlichen Annahme die aus den Bronchien der Lungen durch Oeffnungen auf der Oberfläche derselben sich verlängernden Luftsäcke auch in die Bauchhöhle herabsteigen und in diesen Luftzellen die Baucheingeweide alle liegen. Diess ist aber ein Versehen, denn nach meinen Beobachtungen an Hühnern liegen die beiden Hälften der Leber und der grösste Theil des Darmkanals zwischen den auf beiden Seiten herabsteigenden Luftzellen in besondern mit den Luftzellen gar nicht communicirenden Abtheilungen der Bauchhöhle, in welche bei einer Injection der Luftzellen durch die Luftröhre nichts eindringt.

halb des serösen Sacks der Arachnoidea und vielmehr zwischen Arachnoidea und Pia mater.

Die serösen Säcke stehen unter sich in sympathischer Verbindung, und theilen sich einander leicht Entzündungen mit. Eine diesen Säcken eigenthümliche Krankheit ist die Ergiessung von Blutwasser in dieselben, welche leicht durch organische Krankheiten der ihnen anliegenden Eingeweide entsteht. Ueber die Gefässe der serösen Häute siehe oben pag. 174.

b. Schleimhäute. Die Schleimhäute kommen überall vor als innere häutige Begrenzungen, wo innere Theile mit der Aussenwelt in offener Verbindung stehen, überall wo Etwas ausgeschieden oder aufgenommen wird. Sie sind weich und sammetartig, überaus gefässreich, und überall von Epithelium bedeckt, ihr Gewebe giebt beim Kochen keinen Leim und zeichnet sich durch die leichte Maceration in Wasser und durch die Auflöslichkeit in Säuren aus. Die freie Oberfläche der Schleimhäute ist mit Epithelium bedeckt, welches bald aus platten, bald aus cylindrischen Zellen besteht. Cylindrisches Epithelium besitzen die Schleimhaut des Dünndarms und Dickdarms, der männlichen Geschlechtsorgane, der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen, der Leber, des Pancreas und der Schleimdrüsen (Henle). Zwischen der Epitheliumschichte und dem Fasergewebe der Schleimhaut unterscheiden Henle und Reichert noch eine structurlose Schichte, die intermediäre Membran.

Auf einigen Schleimhäuten sind die Epitheliumzellen mit Wimpern besetzt, welche durch ihre Bewegung Strömungen an den Wänden der Schleimhäute hervorbringen. Wimpernde Schleimhäute sind beim Menschen die Schleimhaut der Nase, der Respirationsorgane, der Eustachischen Trompete, der Eileiter und des Körpers des Uterus. Die übrigen Schleimhäute wimpern nicht. Siehe das Nähere in dem besondern Artikel über die Wimperbewegung im IV. Buch von den Bewegungen.

Alle Schleimhäute stehen in grosser sympathischer Verbindung unter sich, indem sich die Krankheiten dieser Häute, namentlich die Schleimflüsse und catarrhalischen Affectionen, leicht innerhalb dieses Gewebes ausbreiten. Durch diesen Consensus erkennt man an einem Theil dieser Häute die Beschaffenheit eines andern: aus der Beschaffenheit der Schleimhaut der Zunge die Beschaffenheit der Schleimhaut des Magens und Darmkanals. Darum leiden auch die Schleimhaut der Tuba und Trommelhöhle und die Schleimhaut des Auges und der Augenlieder bei heftigen Catarrhen mit.

Die eigenthümlichen Krankheiten dieser Häute sind die Blennorrhoeen oder Schleimflüsse und die catarrhalischen Affectionen, welche sich von den ersteren dadurch unterscheiden, dass sie acut, heftig, d. h. schnell steigend und abnehmend sind, und dass sie ein congestives, erstes und blennorrhoisches, zweites Stadium besitzen. Im letzten Stadium findet eine Abschuppung und Reproduction der Epitheliumzellen statt (Henle).

Die Absonderung des Schleims geschieht sowohl auf den der Schleimbälge ermangelnden Schleimhäuten der Kieferhöhle, Stirn-

beinhöhle, Keilbeinhöhle und Trommelhöhle, als auf den mit Folliculis mucosis versehenen Schleimhäuten; daher die letzteren nicht die einzigen Quellen der Schleimabsonderung seyn können.

Der Schleim (*Mucus*) wird nur von Schleimhäuten gebildet und kommt in anderen thierischen Theilen nicht vor. Dieser zum Schutz aller mit der Aussenwelt in Wechselwirkung stehenden inneren Theile bestimmte Stoff quillt im Wasser auf, ist aber im Wasser nicht löslich; in der Wärme gerinnt er nicht, vom Weingeist wird er aus seiner Zertheilung in Wasser niedergeschlagen, erhält aber ausgewaschen seine vorige Zertheilbarkeit im Wasser wieder. Nach Gmelin gerinnt der Darmschleim durch Säuren, selbst durch Essigsäure. Die Säure zieht nur sehr wenig aus und er wird selbst im Kochen von ihr nicht aufgelöst. Im Schleim kommt auch eine in Wasser lösliche thierische Materie vor, das Pyin, welches nach Gueterbock dem Eiter und Schleim gemein ist. Seine Auflösung in Wasser wird von Weingeist gefällt. Die Fällung wird durch Wasser wieder aufgelöst. Salzsäure fällt, überschüssig löst sie wieder auf. Die saure Auflösung wird von Kaliumeisencyanid nicht gefällt. Essigsäure und Alaun fällen das Pyin, und im Ueberschuss lösen sie es nicht wieder auf. Der Schleim des Magens enthält auch Verdauungsprincip, Pepsin, Laab.

c. Aeussere Haut. Die Grundlage der äussern Haut besteht aus leimgebenden Faserbündeln, deren primitive Fäden ein den Fasern des Bindegewebes ähnliches Ansehen haben. Auf ihrer freien Oberfläche bildet und erneut sich die aus pflasterartigen Hornzellen bestehende Epidermis. Die allgemeinere Grundlage der Haut enthält mannigfache besondere Bildungsstätten, unter diesen auch Absonderungsorgane.

Die Bildung der Haare findet in den Haarbälgen von den Haarkeimen statt. Die Bildung der die Haut einölenden Hautschmiere geschieht durch jene unzähligen, über die ganze Haut zerstreuten Folliculi sebacei, kleine, in der Dicke der Haut liegende ästige Säckchen mit engerem Halse. Diese Drüschen münden meist in die Haarbälge aus. Gurlt in Muell. *Archiv.* 1835. 399. Endlich findet die Absonderung des Schweisses wieder in eigenthümlichen kleinen, über die ganze Körperoberfläche verbreiteten Schläuchen statt, welche ihr Secretum durch feine Poren an der Epidermis ergiessen. Wendt *de epidermide humana. Diss. inaug. Vratisl.* 1833. Mueller's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1834. *Heft* 3. *pag.* 280. Breschet *ann. d. sc. nat. Sept. Oct. Dec.* 1834. Gurlt a. a. O. Diese Organe wurden von Purkinje und Breschet entdeckt.

Die kleinen Poren auf den erhabenen Linien der Vola und Planta führen nämlich zu fadenförmigen Organen, welche durch das Stratum Malpighianum in die Haut selbst übergehen, einen spiralförmigen Verlauf haben und zuletzt in der Tiefe der Haut in eine aus einem gewundenen Schlauche bestehende Drüse endigen. An den Hautstellen mit dünner Epidermis sind diese Kanäle dünner und weniger gewunden.

Man sieht, dass für jedes auch nur punktförmige Vordringen

eines Secretes in der Haut ein bestimmter, durch sackartige oder schlauchförmige Structur ausgezeichneter Apparat nöthig ist und wenn sich die Vorstellungen der Alten über das Hervordringen des Schweisses aus den Schweissporen bestätigt haben, so darf man sich darunter keineswegs, wie jene sich dachten, ein Ergiessen des Schweisses aus offenen Fortsetzungen der Blutgefässe denken; vielmehr ist jeder Schweisspore nur das Ende eines blinden und in sich geschlossenen Schlauches, welcher sein Secretum, wie jede andere Drüse, auf seiner innern Oberfläche bildet. Ueber die chemische Zusammensetzung der Hautabsonderung siehe den folgenden Abschnitt IV. Cap. VIII. bei den Ausscheidungen.

3) *Drüsen.* Die Organe, welche man bisher Drüsen genannt hat, sind theils ohne Ausführungsgänge, theils absondernde und mit Ausführungsgängen begabte.

Die Drüsen ohne Ausführungsgänge üben ihren plastischen Einfluss auf die in ihnen und durch sie circulirenden und in den allgemeinen Kreislauf zurückkehrenden Säfte aus, sie haben keine Beziehung auf ein Aeusseres, wie die absondernden Drüsen. Man hat die Drüsen ohne Ausführungsgänge auch Gefässknoten, Ganglia vasculosa, genannt und diese wieder in Blutgefässknoten, *Ganglia sanguineo vasculosa*, wie die Milz, Thymus, Nebennieren, Schilddrüse und Lymphgefässknoten, *Ganglia lymphatico-vasculosa*, die Lymphdrüsen eingetheilt. Bei genauerer Vergleichung dieser Organe zeigt sich indess, dass sie nicht zu einer und derselben Formation von Organen gehören. Denn die Lymphdrüsen bestehen aus einem Wundernetze von Lymphgefässen, in welches die *Vasa lymphatica adferentia* eintreten, und aus welchem die *Vasa lymphatica efferentia* wieder hervorgehen, die Gefässe fortsetzend. Geradeso ist es aber bei den Wundernetzen der Blutgefässe, mögen diese an Arterien oder Venen vorkommen. So ist das *Rete mirabile caroticum* der Wiederkäuer dieselbe Bildung an einer Arterie, wie die Lymphdrüsen an den Lymphgefässen. Noch grösser ist die Aehnlichkeit bei den Wundernetzen, welche zuweilen den Lauf der Venen unterbrechen. Die merkwürdigsten Bildungen dieser Art sind oben p. 187 angegeben. Die sogenannten Drüsen ohne Ausführungsgänge zerfallen daher in zwei ganz verschiedene Reihen von Organen.

I. Wundernetze der Arterien, Venen und Lymphdrüsen. Diese allein könnten Gefässknoten genannt werden.

II. Gefässdrüsen oder Blutgefässdrüsen. Die wahren Blutdrüsen unterscheiden sich in Hinsicht der Blutgefässe und Lymphgefässe nicht von anderen Theilen, dahin gehören die Milz, Schilddrüse, Nebennieren, Thymus und die Placenta.

Eine zweite Klasse der Drüsen hat nicht bloss die Beziehung auf das sie durchkreisende Fluidum, sondern auf ein Aeusseres, das die Produkte der Metamorphose durch *Ausführungsgänge* aus der Sphäre des Kreislaufes in sich aufnimmt. Alle Drüsen dieser Ordnung müssen in Hinsicht ihrer innern Bildung vollständig zergliedert werden.

II. Capitel. Von dem innern Bau der absondernden Drüsen.

Die Untersuchungen über den innern Bau der Drüsen sind durch des Malpighius *exercitationes de structura viscerum* 1665 eröffnet worden, welcher lehrte, dass die Elementartheile aller Drüsen, die sogenannten Acini desselben Baues seyen als die einfachen Bälge und conglomerirten Balgdrüsen, dass sie nämlich aus rundlichen Säckchen bestehen, welche von den feinsten Blutgefässen ihre Säfte erhalten, und diese in ihre Ausführungsgänge abgeben, wobei er sich auf den blinddarmähnlichen Bau einiger einfacher Drüsen, wie des Pankreas des Schwertfisches, der Leber der Krebse und auf die Bildungsgeschichte der Leber bei dem Embryo stützte. Obgleich dieser Ansicht gute Anschauungen zum Grunde lagen, so hat sich doch Malpighi im Einzelnen geirrt, denn die eigentlichen Elementartheile der zusammengesetzten Drüsen blieben ihm unbekannt, und was derselbe als Folliculi der Leber und anderer zusammengesetzter Drüsen beschrieb, sind nur Anhäufungen der zahlreichen, ihm unbekannt gebliebenen Elementartheile.

Die Erschütterung, welche diese Lehre durch Ruysch seit 1696 erlitt, war daher unausbleiblich; denn durch die Ausbildung der feinern Injection der Blutgefässe wurde es Ruysch nicht schwer zu zeigen, dass in den Folliculis der zusammengesetzten Drüsen noch eine ungemein zahlreiche Zertheilung der feineren Blutgefässe stattfindet. Indessen ist Ruysch durch Ueberschätzung der anatomischen Hülfsmittel und dessen, was ihm die Injection der Blutgefässe leistete, ohne hinreichende Gründe zu dem Schluss verleitet worden, dass die eigentliche Drüsensubstanz aus nichts als Blutgefässen bestehe, und dass die feineren Blutgefässe unmittelbar in die Anfänge der Ausführungsgänge der Drüsen übergehen.

Ruysch's Lehre über den Bau der Drüsen bekam ein grosses Uebergewicht dadurch, dass Haller sich auf seine Seite neigte. Haller hat die alte Hypothese von den aushauchenden offenen Enden der Arterien erst recht befestigt. Er führt (*Element. Physiol. Lib. II.* §. 23.) fünf Arten dieser Endigung an: in einen Ausführungsgang, ins Zellgewebe, in Höhlen, durch die Haut, in lymphatische Gefässe; in Wahrheit aber existiren alle diese Uebergänge nicht, denn wie die an so vielen durchsichtigen Theilen angestellten Untersuchungen über die Circulation, über die Bewegung des Bluts in den Capillargefässen, und die Beobachtungen an den fein injicirten Geweben aus allen Theilen des menschlichen Körpers lehren, giebt es in keinem Organe, in keiner Haut einen andern Uebergang der Arterien, als den netzförmigen Uebergang ihrer feinsten Zweige in die Venen. Haller und mehrere seiner Nachfolger haben für Ruysch's Hypothese auch den Uebergang der in die Blutgefässe injicirten Flüssigkeiten in die Ausführungsgänge der Drüsen und die Blutungen aus

den absondernden Geweben angeführt. Was den ersten Grund betrifft, so lässt es sich zwar nicht läugnen, dass bei starken Injectionen der Pfortader zuweilen, etwas in den Ductus hepaticus übergeht, und dass nach einer Injection der Nierenarterien etwas von der injicirten Flüssigkeit in dem Nierenbecken sich vorfindet oder selbst in die Harncanälchen eingedrungen ist. Diese letztern Uebergänge sind in neuerer Zeit von Döllinger (*Was ist Absonderung? Würzburg* 1819), Berres (*microscop. Anatomie, Wien* 1836) und Cayla (*observations d'anatomie microscopique sur les reins, Paris* 1839) beobachtet und namentlich in den schönen Injectionen von Hyrtl nicht zu verkennen. Allein es ist kürzlich auch bei diesem täuschendsten Falle die Abgeschlossenheit beider Systeme und die Art, wie diese Uebergänge künstlich stattfinden, von Bowman nachgewiesen worden.

Dergleichen Uebergänge sehen sich daher ganz wie das Austreten feiner Injectionsmassen aus Schleimhäuten an, in welchen es doch erwiesener Maassen keine offenen Enden der Blutgefässe, sondern nur Capillargefässnetze giebt. Dasselbe gilt von den Blutungen, welche durch Extravasation erfolgen und die überdiess in den Drüsen ganz ausserordentlich selten sind.

Die Controverse über den Bau der Drüsen konnte auf den bisherigen Wegen, welche meist in Injectionen der Blutgefässe bestanden, nicht entschieden werden. Hierzu gehörten glückliche Injectionen der Absonderungskanälchen selbst von ihren Ausführungsgängen und eine durch alle Drüsen durchgeführte Untersuchung der Drüsen, über den feinsten Bau und die Wurzeln dieser Kanälchen. Die hauptsächlichsten hieher gehörigen Arbeiten sind: Ferrein in *mém. de l'acad. r. des Sc. de Paris* 1749. Schumlansky *de structura renum. Argentorati* 1788. E. H. Weber *in Meckel's Archiv.* 1827. Huschke *in Isis.* 1828. *Heft* 5 *und* 6. J. Mueller *de glandularum structura penitiori Lips.* 1830. Kiernan *in philosophical Transactions* 1833. Bowman *in Philos. Transact.* 1842. So mannigfaltig nun die einzelnen Formen in der Anlage der Drüsenkanälchen sind, so haben doch alle absondernden Drüsen mit einander gemein, dass sie eine grosse absondernde Fläche in dem Innern der Schläuche, der gewundenen oder verzweigten Kanäle darstellen, und dass auf der innern Fläche der Kanäle dasselbe, nur complicirter realisirt ist, was auf einer ebenen absondernden Haut stattfindet, so dass die Natur in den drüsigen Organen durch die eigenthümliche Anordnung der zur chemischen Veränderung der Materie bestimmten Substanz überall nur eine grosse Fläche im kleinen Raum erzielt hat, ein Zweck, den die Natur, auf sehr mannigfache Weise erreicht hat.

In den über die Controverse des Malpighi und Ruysch geführten Untersuchungen hat es sich bis in die neuere Zeit nur um die Kenntniss der Wurzeln der absondernden Kanäle gehandelt, dagegen ist die elementare microscopische Structur dieser Kanäle unberücksichtigt geblieben. Erst in der neuesten Zeit konnte diese aufgeklärt werden. Dutrochet hatte eine allgemeine aber noch wenig klare Vorstellung, dass die Substanz der Drüsen bei

microscopischer Untersuchung lauter Bläschen zeige, die den Pflanzenzellen völlig analog seien. Solches lehrt er in seiner Abhandlung *Structure intime des organes des animaux, mém. pour servir à l'hist. des animaux et des vegetaux. T. II.* 1837. 469. Er beruft sich auf die Untersuchung der Speicheldrüsen der Helix und behauptet, dass Hirn, Leber, Nieren, Milz des Frosches einen gleichen Bau besitzen. Genauere Aufklärung über den feinsten Bau der Drüsensubstanz lieferten die Untersuchungen von Purkinje (*Bericht über die Versammlung der Naturforscher in Prag im Jahre* 1837. *Prag* 1838. *p.* 174.) und Henle (*Müll. Archiv.* 1838. *H.* 1.) Beide Beobachter erkannten im Innern der Drüsenkanälchen eine aus microscopischen Körperchen mit Kernen zusammengesetzte Schichte, welche Purkinje Enchyma nennt, Henle mit den Epitheliumzellen zusammenstellt. In den mehrsten Drüsen haben die Kanälchen eine structurlose eigene Haut, deren innere Fläche epitheliumartig mit Kernzellen besetzt ist, wie die traubigen Bläschen der gelappten Drüsen, die Harnkanälchen und Samenkanälchen. Die Substanz der Acini der Leber besteht sogar ganz aus Kernzellen, ebenso ist die *Substantia propria* der Drüsen ohne Ausführungsgänge gebildet. *S. Henle allg. Anat.* 889. Purkinje vergleicht die Körnchen des Enchyma mit den Elementartheilen der Pflanzen, wo jedes Zellchen seine *vita propria* hat, aus deren allgemeinem Safte sie sich einen specifischen Inhalt bereitet und die Absetzung eigenthümlicher Stoffe in eigene Saftbehälter vermittelt. Neuerlich haben Goodsir (*Transact. R. Soc. of Edinb. XV. p.* 2.) und Bowman (*Philos. Transact.* 1842.) wichtige Beiträge zur Kenntniss des microscopischen Baues der secernirenden Kanäle geliefert.

Betrachten wir jetzt die verschiedenen Formen der secernirenden Drüsen. Die einfachsten Drüsen sind entweder sackartige Einstülpungen einer Haut, *folliculi*, wie die Schleimdrüsen, oder länger ausgezogene blindendigende Röhren, wie die Schleimkanäle unter der Haut der Fische. Im Allgemeinen kann man den Balg (*Folliculus*) und die Röhre (*Tubulus*) als die Elemente der Hauptmodificationen im Baue der Drüsen betrachten. Aber selbst die scheinbar einfachsten Bälge sind in ihrem Innern schon zusammengesetzt, indem entweder die innere Fläche des Balges zellenförmige Vorsprünge hat, oder das Säckchen traubig ist, wie an den kleinsten Lieberkühn'schen Drüsen der Darmschleimhaut und an den Meibomischen Drüsen, oder die Wände des Follikels selbst wieder in ihrer Dicke blinde Röhrchen enthalten, wie die Magendrüsen der Vögel und anderer Thiere. Boehm *de glandularum intestinalium structura penitiori. Berol.* 1835. Boyd *in Edinb. med. surg. Journ.* 1836. Bischoff *in Müller's Arch.* 1838.

Bei der weitern Ausbildung dieser einfachen Drüsen durch Flächenvermehrung kann man folgende Formen unterscheiden. Dergleichen Säckchen und Röhren stehen oft in einer geselligen Verbindung dicht neben einander (*Folliculi aggregati*), bald reihenförmig oder linear, wie die Meibomi'schen Drüsen der Augenlieder, oder haufenweise, wie in der Drüsenschicht im Drüsenmagen der Vögel. Bei dieser Aggregation bleiben die Oeffnun-

gen der einzelnen Drüsen getrennt; die Natur erreicht aber denselben Zweck durch Zusammensetzung der Folliculi zu einem Ganzen mit einfacher Ausmündung (*Folliculi compositi, conglomerati*) wie die Mandeln, die Glandulae labiales, buccales, die aus zusammengesetzten Blinddärmen bestehenden prostatischen Drüsen mehrerer Säugethiere. (J. Mueller a. a. O. Tab. 3.), die Milchdrüse des Schnabelthiers, das Pankreas des Schwertfisches und Thunfisches. Denkt man sich diese Zusammensetzung weiter fortschreitend, so treiben die Bälge des Balgs kleinere Folliculi hervor. Es entsteht eine hohle Verzweigung mit blinden, entweder reiserförmigen oder zellenförmigen Enden. Auch diese Folliculi compositi können sich durch Aggregation neben einander zu einer grössern Drüsenmasse von mehreren oder vielen Ausführungsgängen verbinden, wovon man ein Beispiel in der Prostata des Menschen hat, die aus einer Aggregation von einzelnen Drüschen besteht, deren jede gleichsam ein hohles Strauchwerk mit zellenförmigen Enden der Kanälchen darstellt. Durch fortgesetzte Vermehrung dieser Art entsteht nun eine zusammengesetzte Drüse; indessen bildet diese Art der Flächenvermehrung nur die eine Hauptform zusammengesetzter Drüsen; die zweite Hauptform bildet die zusammengesetzten Drüsen von röhriger Structur, in welchen die Verzweigung entweder fehlt oder sehr untergeordnet ist, die Vermehrung der Fläche vielmehr durch die Länge und die Windungen einfacher, in ihrem Durchmesser ziemlich gleichförmiger Kanäle erreicht wird.

In den mehrsten Drüsen mit baumförmig verzweigten Kanälen bleiben die Verästelungen verschiedener Kanäle selbstständig, ohne mit einander zu anastomosiren, wie in allen traubigen gelappten Drüsen, als da sind die Speicheldrüsen, das Pankreas, die Thränendrüse. In der Leber ist die baumförmige Verzweigung mit Anastomose der Kanäle verbunden. Die ersteren verhalten sich zur letzteren, wie die Lungen des Menschen und der Säugethiere zur Lunge der Vögel, in welcher letztern die Luftkanäle verschiedener Theile der Lungen untereinander anastomosiren. Bei den röhrigen Drüsen ohne baumförmige Verzweigung und Verjüngung der Kanäle ist die Anastomose herrschend, wie in den Nieren und im Hoden.

Drüsen mit baumförmig verzweigten Kanälen ohne Anastomose.

Alle hieher gehörigen Drüsen sind regelmässig gelappt und ihre Abtheilungen erster Ordnung zerfallen wieder in kleinere Läppchen, gleichwie letztere in noch kleinere. Bei den meisten dieser Drüsen endigen die feinsten Zweige der Kanälchen in den mit blossem Auge noch sichtbaren Drüsenkörnern, *acini*. Sie sind nichts Anderes als Aggregate von sehr kleinen, nur microscopisch im angefüllten Zustande sich offenbarenden Bläschen, die auf den feinsten Zweigelchen der Absonderungskanälchen traubenförmig aufsitzen, verwoben von Capillargefässnetzen.

In anderen Fällen sind die feinen Kanäle als blinde Röhrchen wie die Blättchen der Moose um die Zweige des Ausfüh-

rungsganges in der ganzen Länge derselben gestellt, wie in der Leber der Krebse und in der Thränendrüse der Schildkröten, wodurch auch wieder Lappen entstehen.

Oder endlich die Röhrchen sind bloss terminal und bilden Läppchen von Röhren, die an Zweigen des Ausführungsganges sitzen, die Röhren endigen blind ohne Endbläschen, wie in den Cowperschen Drüsen des Igels. J. Mueller a. a. O. Tab. III. Fig. 8. 9.

Unter die traubigen Drüsen gehören folgende:

A. *Milchdrüsen.* Die Milchdrüsen zeigen im Allgemeinen eine doppelte Structur; sie sind entweder aus Blinddärmen zusammmengesetzt, oder aus verzweigten Kanälen, *Ductus lactiferi*, deren feinste Zweige Träubchen mikroskopisch sichtbarer Bläschen, *Cellulae lactiparae*, tragen. Die erste Structur kennt man nur vom Schnabelthier nach Meckel's Entdeckung. Diese verzweigten Blinddärme, welche sich in einer ebenen Stelle der Haut in grosser Anzahl öffnen, enthalten jedoch an ihren inneren Wänden einen zusammengesetzteren zelligen Bau, wie Owen gezeigt hat. (*Phil. Trans.* 1832.) Den Cetaceen ist ohne Grund ein gleich einfacher folliculärer Bau der Milchdrüsen zugeschrieben worden; sie sind hier vielmehr von derselben zusammengesetzten Structur wie bei allen übrigen Säugethieren und dem Menschen. Die traubige Structur der Milchdrüsen der Säugethiere und des Menschen ist schon von Duverney, Mascagni, Cruikshank recht gut gekannt gewesen, sie lässt sich durch Anfüllung der *Cellulae lactiparae* mit Quecksilber nachweisen, aber auch die natürliche Anfüllung derselben mit Milch bei säugenden Thieren reicht zuweilen dazu hin. *Abbildungen:* Mueller a. a. O. *Tab. VI. Fig.* 1—8. Berres *Mikrosk. anat. Tab. XVI. Fig.* 2. Beim säugenden Igel betragen die *Cellulae lactiparae* 0,00712—0,00928 P. Z., beim Hunde mit Quecksilber injicirt 0,00260 P. Z. Sie sind also 10 bis 35 mal so stark als die feinsten Capillargefässe.

B. *Speicheldrüsen.* Die Speicheldrüsen der Insekten sind, wie die Drüsen dieser Thiere überhaupt, lange röhrenförmige Schläuche mit blinden Enden. Bei den Mollusken sind sie von schwammiger und deutlich zelliger Structur. Bei den Fischen giebt es keine Speicheldrüsen. Bei den Schlangen muss man die Speicheldrüsen von den ganz davon verschiedenen Giftdrüsen unterscheiden. Die einfachen Speicheldrüsen liegen theils an der Ober- und Unterlippe, theils unter der Zunge, theils neben der Nase. Die Giftschlangen besitzen ausser den Giftdrüsen auch noch die eigentlichen Speicheldrüsen. Bei den Schlangen und Vögeln sind die letzteren Aggregate einfacher Drüsen mit vielen einzelnen Oeffnungen. Aber die Spechte besitzen in ihren grossen Sublingualdrüsen ein zusammengesetzteres Organ mit einem besondern Ausführungsgang. Ihrer feinern Structur nach sind alle diese Drüsen traubige Follikel. Die Speicheldrüsen der Säugethiere und des Menschen sind viel complicirter, aber auch hier lassen sich die traubigen Bläschen an den feinsten Endigungen der Speichelkanälchen anfüllen und so der mikroskopischen Untersuchung unterwerfen. Prochaska *Disquisitio organismi. Viennae*

1812. *p.* 102. E. H. Weber *in Meckel's Archiv.* 1827. *p.* 274. *Tab. IV. Fig.* 17. (*Parotis des Menschen*). J. Mueller a. a. O. Am meisten verdankt man in dieser Hinsicht den Untersuchungen von E. H. Weber. Die kleinsten Zellen in der Parotis des Menschen messen mit Quecksilber gefüllt 0,0082 p. Z. Diese Zellchen verbinden sich zu Träubchen, welche 4 bis 7 Mal grösser sind. Die Zellchen sind also ungefähr 3 Mal und die Träubchen 12 Mal grösser als die feinsten Blutgefässchen. Die kleinsten Lungenzellchen sind 5 bis 16 Mal grösser als die Zellchen der Parotis. Beim Hunde sind die mit Quecksilber gefüllten Zellchen der Parotis 0,00176 p. Z. dick. Die Speichelkanälchen bilden sich beim Embryon innerhalb eines Blastems, in welchem die Vegetation des Ausführungsganges von einfachen Stämmchen immer weiter fortschreitet. J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 10—12.

C. *Pankreas.* Das Pankreas erscheint bei den Fischen zuerst als Appendices pyloricae, welche übrigens bei vielen Fischen fehlen. Diese Blinddärme sind bald einfach, bald mehrfach, wie bei den Salmonen und Gadus, und in seltneren Fällen verzweigt. Der Anfang dieser Verzweigung zeigt sich sehr einfach noch bei Polyodon folium, wo die Blinddärme sehr stark und kurz sind. In der Familie der Scomberoiden erreicht die Verzweigung in einigen Gattungen eine grosse Complication, wie z. B. bei Thynnus, wo 4 grosse Stämme der Blinddärme vom Dünndarm ausgehen, sich verzweigen und jeder Zweig zuletzt in ein quastförmiges Büschel von dünnen röhrenförmigen Blinddärmchen übergeht. (J. Mueller a. a. O. *Tab. VII. Fig.* 4. 5.) Beim Schwertfisch findet derselbe Bau statt, nur sind die Blinddärme nicht röhrenförmig, sondern kurz und dick. Beim Stör stellen die Blinddärme, indem sie untereinander durch Bindegewebe verbunden sind, eine folliculäre Masse dar. (Monro *Anatomie der Fische. Tab. VIII.*) Aber Allessandrini hat beim Stör noch ein zweites acinöses Pancreas an der ersten Portion des Dünndarms entdeckt. Bei den Haifischen und Rochen ist das Pancreas von zusammengesetztem acinösem Bau, wie bei den höhern Thieren. Ein solches Pancreas haben unter den Knochenfischen ausnahmsweise der Aal, der Hecht und der Wels, wo es von Swammerdam, E. H. Weber, Allessandrini und Brandt entdeckt ist.

Bei den Vögeln lässt es sich bis in die bläschenförmigen Enden der *Ductuli pancreatici* mit Quecksilber injiciren, wie E. H. Weber und ich gethan. (J. Mueller a. a. O. *Tab. XVII. Fig.* 3—5.) Diese Bläschen messen 0,00137—0,00297 p. Z., sind also 6—12 mal grösser als die feinsten Blutgefässe.

D. *Thränendrüse.* Die Thränendrüse zeigt nach meinen Untersuchungen im Allgemeinen 2 Hauptformen in der Anordnung der Drüsenkanälchen. Bei den Schildkröten bildet die drüsige Substanz keulenförmige, ästige, feste Lappen. Im Innern der Keulen verläuft ein feiner Kanal, die ganze Masse, die ihn umgiebt, besteht aus mikroskopischen Büscheln von Röhrchen von 0,00194 p. Z. Dicke. (Mueller a. a. O. *Tab. V. Fig.* 4.)

Bei den Vögeln ist die Thränendrüse traubig (*Ebend. Tab. V. Fig.* 5.) und auch bei den Säugethieren gleicht sie im Bau den

Speicheldrüsen, Pancreas und Milchdrüsen. Die Drüsenkanälchen endigen in den Acini der Drüsen in Haufen von kleinen Bläschen, welche ich beim Pferde mit Quecksilber füllen konnte.

Bau der Leber.

Bei den Crustaceen, namentlich bei den eigentlichen Krebsen, besteht die Leber aus grossen Büscheln fingerförmig-verbundener Blinddärmchen, deren Hauptausführungsgang auf jeder Seite in den Darmkanal ausmündet; a. a. O. Tab. VIII. Fig. 11. vom Flusskrebs. Fig. 12. vom Pagurus striatus. Dagegen andere Krebse, wie die Gattungen Palaemon, Penaeus und Grangon, eine traubenförmige Bildung der Leber besitzen und die Leberlappen der Squillen schwammigzellige Massen bilden; a. a. O. Tab. IX. Rathke hat gezeigt, dass die aus Blinddärmchen zusammengesetzte Leber des Flusskrebses beim Embryo als eine Ausstülpung der Darmwände nach aussen entsteht.

Bei den Mollusken gleicht die Leber schon sehr ihrem Ansehen bei höheren Thieren. Mit Galle angefüllt scheint sie auf den ersten Blick von körniger Structur zu seyn; sie lässt sich aber durch Aufblasen der Ausführungsgänge leicht als eine hohle Traube darstellen. Bei einigen grössern Schnecken, wie Murex Tritonis, ist die zellige Bildung so auffallend und die Zellen sind so gross, dass die Leber beim Durchschnitt dem blossen Auge als eine durchaus schwammige Masse erscheint; a. a. O. Tab. X. Fig. 4.

In ihrer einfachsten Gestalt zeigt sich die Leber bei einem durch seine ganze Organisation wunderbaren Fische, *Branchiostoma lubricum Costa* (*Amphioxus lanceolatus Yarrell*). Die Speiseröhre, Fortsetzung der Kiemenhöhle führt in einen weitern Theil des Darms. Dieser weitere Theil ist immer grün gefärbt, die Speiseröhre nicht, auch der von dem weitern Theil des Darms abgehende Blindsack ist in seinen Wänden immer grün gefärbt. Die Färbung gehört der innern Schicht des Schlauchs an und rührt von einer drüsigen Beschaffenheit her, die man auf Durchschnitten als eine senkrecht stehende Faserschicht bemerkt. Der grün gefärbte Theil des Darms hört mit einer ganz scharfen Grenze auf, von da ab hat der Darm eine helle Färbung. Uebrigens sind die Wände des grünen Theils des Darms und des Blinddarms nicht dicker als an andern Stellen des Darms. Offenbar ist die ganze grüne Region des Darms mit dem Blinddarm als Leber zu betrachten, welche bisher bei diesem Thiere vermisst wurde. Sie ist noch mit den Wänden des Darms identisch und zum Theil Ausstülpung desselben wie bei dem Fötus der höhern Thiere. Der ganze Darmschlauch ohne Ausnahme wimpert im Innern, auch der Blindsack. Eine Erscheinung, die bei keinem andern Wirbelthiere vorkömmt. Mueller und Retzius im *Monatsbericht der K. Akademie der Wissensch. zu Berlin* 1841. 396.

Nach Rolando's, v. Baer's und meinen eigenen Beobachtungen entsteht die Leber bei dem Vogelembryon zuerst als eine Aus-

stülpung der Darmwände, eine Bildung, welche die Leber in der ersten Entstehung mit der Lunge gemein hat.*) Nach v. BAER erscheint die Leber bei dem Vogelembryo um die Mitte des dritten Tages der Bebrütung als zwei kegelförmige hohle Schenkel des Speisekanals, welche den gemeinschaftlichen Venenstamm umfassen. Bald verlängern sich diese Kegel, indem sie Gefässverzweigungen vor sich hertreiben, während sich die Basis allmählig verengt und die Gestalt eines cylinderförmigen Ausführungsganges annimmt. v. BAER in BURDACH's *Physiologie, Bd. II.* pag. 504. Die Gallenblase bildet sich als ein Divertikel des Ausführungsganges. Nach meinen Beobachtungen hat der ausgestülpte hohle Theil der Darmwand anfangs, nämlich am 4. Tage, fast dieselbe Dicke als die übrige Darmwand; bald aber wird dieser Theil viel dicker, während er im Innern immer noch eine Höhle enthält. Diese Höhle nimmt bei der weitern Ausbildung der Gallenkanäle ab, während sich in der Dicke der Lebersubstanz verzweigte Figuren und blinddarmförmige Körnchen ausbilden, welche letztere indessen nicht deutlich hohl scheinen. Die *Ductus biliferi* bilden sich daher durch fortgesetzte Ausstülpung nicht, sondern durch weitere Organisation des hervorgetriebenen Theils der Darmwände. Siehe die Abbildungen bei J. MUELLER a. a. O. Tab. IX. Fig. 1—3., Tab. XI. Fig. 1—4.

Was die spätere Ausbildung betrifft, so haben darüber schon HARVEY und MALPIGHI Aufschlüsse gegeben. HARVEY *Exercitt. de generatione animalium.* 19.; MALPIGHI *de format. pulli.* 61. Der Erstere sah die Lebersubstanz als einen sprossenförmigen Auswuchs der Blutgefässe; MALPIGHI sah die Leber am 6., 7. und 9. Tage aus Blinddärmchen bestehend. Dieser anfängliche Bau der Leber ist von mir durch fortgesetzte mikroskopische Untersuchungen weiter verfolgt worden. Es zeigen sich nämlich auf der Oberfläche der Leber bei mikroskopischer Untersuchung lauter kurze Reiserchen von gelblich weisser Farbe, die aus der sonst blutrothen Substanz in unzähliger Menge dicht neben einander hervorsehen. Bei älteren Embryonen sieht man diese Reiserchen auf der Oberfläche der blutrothen Leber noch weiter zerästelt, so dass die Büschel der Reiserchen die Form von Federchen annehmen, oder auch wohl kleine Sträuschen bilden. J. MUELLER a. a. O. Tab. XI. Fig. 4 — 9. Diese Theilchen betragen gegen 0,00172 p. Z. im Durchmesser.

Die Leber des Erwachsenen besteht aus kleinen Läppchen, welche durch Zellgewebe und Gefässe verbunden sind. WEPFER und MALPIGHIUS haben sie zuerst beschrieben. Nach MALPIGHIUS sind die Lobuli meist conisch, zuweilen oblong, zuweilen dreiblättrig, so beim Hai. *Trifolium ruditer aemulatur. De Hepate cap.* 2. KIERNAN (*Philos. Trans.* 1833) beschreibt sie und bildet sie ab als blattartige, aber nicht platte Körper, welche mehrere stumpfe Fortsätze ausschicken. Man kann sie durch Maceration

*) REICHERT bestreitet die primitive Schlauchform der Leber und ihre Ausstülpung aus dem Darm des Embryon.

von einander trennen und sie bleiben dann an den Aesten der Blutgefässe hängen. An einer Leber vom Eisbären, die so präparirt ist, sehe ich sie überall zu kleinen Büscheln gebildet, nicht so, dass die Stämmchen der Lobuli nur die Blutgefässe wären, sondern die Stämmchen der Lobuli sind aus derselben Lebersubstanz gebildet, wie die Zweige der Lobuli. Die Stämmchen haben eine Dicke von $\frac{1}{4}$ Linie, verzweigen sich, ohne an Dicke zu verlieren, weiter. Die Zweige werden vielmehr vor ihrem Ende dicker, bis $\frac{1}{2}$ Linie dick, und dieser dickere Theil ist gegen 2—3 Linien lang und schickt hie und da stumpfe Fortsätze ab.

Malpighi liess seine Lobuli noch aus den Acini zusammengesetzt seyn, deren Bau er nicht angab. Haller und Meckel dagegen brauchten für Malpighi's Lobuli den Namen Acini und Meckel hielt die Acini für zusammengesetzt aus punktförmigen Körnchen. Diese sogenannten Körnchen sind es, deren eigentliche Gestalt als Anfang der Gallenkanälchen ich bei dem Vogelembryo und bei der Froschlarve zu bestimmen suchte und von denen ich fand, dass sie langgezogen und reiserartig sind.

Verglichen mit den Lobuli der Leber des Erwachsenen sind die oben beschriebenen foetalen Reiserchen unvergleichlich kleiner. Die Lobuli der Leber des Erwachsenen sind $\frac{1}{2}'''$ und mehr dick, die in der Leber des Fötus beobachteten Reiserchen haben aber $\frac{1}{50}'''$ im Querdurchmesser. Jene sind nicht durch Vergrösserung von diesen entstanden. Denn ich habe die Reiserchen noch eben so klein an der Leber des neugebornen Meerschweinchens bemerkt. a. a. O. Tab. XI. fig. 12. 6. In dieser Abbildung sieht man vielmehr die Reiserchen als Bestandtheile der Lobuli.

Kiernan erklärte das von mir beschriebene Ansehen an der Leber der Embryonen als gelbe Zwischenstellen zwischen den Radiationen der Venen, aber ohne Grund. Denn mit dem zusammengesetzten Mikroskop lassen sich die Strukturen wiederfinden, die ich mit dem einfachen Mikroskop studirte und die ganze *Substantia propria* der Leber lässt sich darein zerlegen, die reiserartigen Theilchen aber bei den stärksten Vergrösserungen unter dem Mikroskop beobachten.

Die letzten Elemente, aus welchen auch die Reiserchen der Lebersubstanz zusammengesetzt werden, sind primitive Zellen. Die Zellen als Elementartheil der Leberstruktur sind von Dutrochet, Purkinje und Henle zuerst erkannt. S. oben p. 349 Dujardin und Verger (Froriep's *N. Not. n.* 179) haben dieselben Theilchen vor sich gehabt, welche sie ovale Körperchen nannten, aber sie haben die wahre Anordnung derselben, nämlich zu regelmässigen Reihen, beobachtet. Nach Dujardin und Verger sind nämlich die ovalen Körperchen in den Läppchen der Leber in geradlinigen oder gewundenen Reihen geordnet, welche sich von der Oberfläche nach der Mitte ziehen. Henle beschreibt die Zellen der Lebersubstanz folgendermassen. Die Acini der Leber sind Haufen dicht gedrängter und allseitig geschlossener kernhaltiger Zellen, welche die Maschen zwischen den Gefässen ganz ausfüllen. Aus Lebern, die etwas macerirt sind, kann man

sie durch Abschaben in grosser Masse und isolirt erhalten, beim Zerreissen frischer Lebersubstanz gewinnt man sie leicht in einfachen und ästigen Reihen zusammenhängend und wenn man einen feinen Durchschnitt eines Leberläppchens betrachtet, so sitzen sie aussen an den Wänden der bluterfüllten Gefässe bald in unregelmässigen Haufen, bald in regelmässigen kurzen Längsreihen nebeneinander, die sich, wenn man die transversalen Abtheilungen übersieht, wie kleine Blinddärmchen ausnehmen. *Allg. Anat.* 903. Nach meinen Beobachtungen ist das letztere Verhalten durchaus allgemeine Regel, und ich halte alle unregelmässige Haufen für zerstörte und durch Druck zerworfene Reihen. Die blinddarmförmig aussehenden Reihen haben überall die von Dujardin und Verger bezeichnete Vertheilung und lassen sich auch oft in sehr beträchtlicher Länge gegen das Innere des Läppchens beobachten. Wenn ich feine Durchschnitte von Läppchen lange mit Wasser bespülte, wodurch ein Theil der Zellen ausgewaschen wird, so gelang es, zwischen den Resten der Reihen noch ein Netz etwas engerer durchsichtiger Kanäle zu sehen, welches das Capillargefässnetz der Blutgefässe ist, weil man an frischen Durchschnitten zwischen den Reihen der Zellen das Blut vertheilt sieht.

Bei *Myxine glutinosa* ist die *Substantia propria* der Leber aus langen Cylindern zusammengesetzt, welche sich auch hin und wieder theilen, aber ohngefähr noch einmal so dick sind als die Reihen der Zellen in der Leber der Säugethiere und des Menschen. Sie haben nämlich einen Querdurchmesser von 0,00200 p. Z. Diese Cylinder bestehen nicht aus einfachen Reihen von Zellen, sondern sind cylinderförmige Conglomerate von Zellen, diese sind unregelmässig so gruppirt und zusammengefügt, dass mehrere auf die Breite des Cylinders kommen, der übrigens durchaus regelmässig ist und mit gleichem Durchmesser fortgeht. Man sieht sie sowohl bei senkrechten Durchschnitten als wenn man einen oberflächlichen Querschnitt mit sammt dem Peritoneum untersucht. Natürlich werden hierbei auch viele Cylinder quer abgeschnitten, die dann als Häufchen von Zellen erscheinen. Zwischen den körnig aussehenden Cylindern wird wieder ein klares Netz der Capillaren sichtbar.

Der Ursprung der Gallenkanälchen aus den zelligen Cylindern und ihr Verhältniss zu den Zellen sind noch nicht aufgeklärt. Henle stellt als mögliche Fälle hin, entweder, dass die Zellen reihenweise zu Röhren verschmelzen, oder dass sie sich einzeln an allen Stellen in die Gallengänge öffneten oder dass die letztern als Intercellulargänge in einer compakten Masse von Zellen entstehen, die sich weiter hin gegen die Gallengänge, wo diese aus dem Zusammenfluss der Intercellulargänge selbstständiger werden, zu einer epitheliumartigen Schicht an der innern Wand der Gallengänge ordnen. Die zweite und dritte Hypothese ist mir deswegen nicht wahrscheinlich, weil die Zellen bei den höheren Thieren nicht grössere Massen, sondern einfache von einander geschiedene Reihen sind. Für die erste Ansicht fehlt es nicht an analogen Thatsachen. Henle hat selbst eine solche von

den blinddarmförmigen Magendrüschen des erwachsenen Kaninchens beobachtet*) und Kölliker sah dasselbe am Ende der Malpighi'schen Gefässe oder *Vasa urinifera* der Insektenlarven.

Aus dem Vorhergehenden lässt sich einsehen, dass die Injection der Wurzeln der Gallenkanälchen vom *Ductus hepaticus* aus bisher zu keinem sichern und übereinstimmenden Resultat führen konnte. Leicht können hierbei Extravasationen aus einer Art Gefässe in die andere stattfinden. So lange die radiirten Zellenreihen oder Cylinder von Zellen frisch unter dem Mikroskop im Zusammenhange mit den Wurzeln der Gallenkanälchen nicht erkannt sind, muss man alle bis zur Oberfläche der Lobuli gelungenen Injectionen der Gallenkanälchen nur mit grosser Vorsicht gebrauchen.

Prochaska hat nach Injection der Gallenkanäle bläschenförmige Enden gleichwie bei den Speicheldrüsen erhalten. *Disquisitio organismi p.* 104. Krause (Müller's *Arch.* 1837) füllte die Gallenkanälchen mit Luft an und erhielt dadurch bläschenförmige Enden derselben von $\frac{1}{46}$ — $\frac{1}{40}$'''.

Ich sah nach Injection der Gallenkanälchen beim Kaninchen eine quastartige Vertheilung von Röhrchen, die von der Oberfläche und dem Rande eines Läppchens kommend nach der Mitte des Läppchens in die Tiefe gehen, sich paarweise dabei vereinigen und mehr in die Tiefe gehen, worauf ich auf blinddarmartige Reiserchen ohne Endbläschen schloss. E. H. Weber's *Ausgabe von* Hildebrandt's *Anatomie des Menschen. IV. Bd.* 1832. *p.* 306.

Kiernan stellt sie netzförmig verbreitet im peripherischen Theile der Lobuli dar; er fand zuerst, dass die interlobularen Gallenkanäle unter einander anastomosiren, indem er nach Injection des linken Leberganges die Injectionsmasse aus dem rechten Gange herauskommen sah. Auch beruft er sich auf das Verhalten injicirter Gallenkanälchen im linken Leberbande**).

*) *Allg. Anat.* 910. Diese sehr langen dünnen Drüschen sah er grösstentheils aus einer einfachen Bläschenreihe gebildet. Die Bläschen sind in der Tiefe von einander getrennt, mit einem Zellenkern versehen und leicht zu isoliren. Nach oben hin werden die Grenzen verwischt, höher hinauf verschwinden die Scheidewände und es bilden sich einfache, an der Stelle der ehemaligen Scheidewände etwas eingebogene Röhren aus einer strukturlosen Wand mit hier und da aufliegenden Zellenkernen. a. a. O Tab. V. fig. 16a. Vergl. Kölliker *Oservationes de prima insectorum genesi Turici.* 1842. *Tab. III. Fig. XI.*

**) Diese von Ferrein entdeckten Gefässe verzweigen sich in dem von der Lebersubstanz völlig freien Bande eine weite Strecke ganz nach Art der Blutgefässe, wohin nach Haller (*Elem. VI.* 490.) auch Zweige der Pfortader und nach Kiernan Zweige sowohl dieser als der Lebervenen sich begeben, aus der Leber hervortretend. An einer von Walter injicirten Leber, wo Pfortader, Leberarterie, Lebervenen und Lebergang mit verschiedenen Farben angefüllt worden, sehe ich Gefässe in diesem Bande von der Farbe der Pfortader, der Lebervenen und des Leberganges. Ich halte diese sogenannten Gallenkanäle nicht für ein einfachstes Rudiment der Leber, (denn von der *Substantia propria* der Leber ist hier keine Spur zu sehen) sondern für Blutgefässzweige, die durch Extravasation von dem Lebergang aus gefüllt worden, (Arterien?). An dieser Leber sind die feineren Verzweigungen der Gallen-

E. H. Weber und Ed. Weber erhielten bei ihren Injectionen an einigen Stellen bläschenartige Endigungen, nämlich in den Fossae und in den von der Pfortader ausgefüllten Höhlen der Leber; an der Oberfläche der Leber dagegen ein Netz der Läppchen, welches sie von dem Blutgefässnetz unterscheiden (*briefl. Mittheilung*). Hyrtl's Injectionen der Gallenkanälchen zugleich mit Injection des Blutgefässnetzes zeigen unter einander gemischte Theile eines Netzes. Unter meinen Injectionen befinden sich mehrere Fälle von netzartiger Vertheilung in den Lobuli, ich weiss dies Netz aber nicht von dem Blutgefässnetz zu unterscheiden, und halte wenigstens bei meinen Injectionspräparaten, die ich am meisten untersucht, einen Uebergang aus der einen Art der Gefässe in die anderen durch Extravasation für leicht möglich.

Das Verhältniss der dreierlei Blutgefässe in der Leber, der *Arteria hepatica*, der *Vena adferens s. Vena portarum* und der *Venae efferentes s. hepaticae* zu einander ist nicht minder verwickelt.

Die in die Pforte eintretenden Gefässe werden von einer Zellgewebescheide, Fortsetzung der *Capsula Glissonii*, begleitet. Die Lobuli selbst werden von einer Capsel umgeben, die sich durch die ganze Leber fortsetzt, und welche Malpighi den Glisson'schen Gefässscheiden hinzufügte. Von der Gefässscheide, welche die Pfortader, Leberarterie, den Lebergang und ihre Zweige einschliesst, sind die Zweige der Lebervenen ausgeschlossen. Haller *elem. VI.* 501.

Glisson (*anat. hep. Amst.* 1659. *p.* 310) lässt die Verzweigung der Pfortader und der Lebervenen durch die ganze Leber gehen, beschränkt dagegen die Verzweigung der *Arteria hepatica* auf die Zellgewebescheide der Gefässe innerhalb der Leber und auf die Wände der anderen Gefässe, namentlich der Pfortader und des Leberganges. Ebenso Bianchi *hist. hep. p.* 26.

Dagegen Haller behauptete, dass die Leberarterie durch die ganze Substanz der Leber sich verbreite.

Eine Menge Zweige der Leberarterie dringen aber auch aus der Oberfläche der Leber hervor und verbreiten sich unabhängig von der Lebersubstanz in dem subserösen Zellgewebe und in den Peritonealbändern, dasselbe gilt von den Zweigen der Pfortader. Haller *elem. VI.* 475. 490.

Fr. A. Walter folgerte aus zahlreichen Injectionen, dass die Verzweigungen der Leberarterie überall die Pfortader, die Lebervenen, den Lebergang und ihre Zweige begleiten, den Häuten dieser Gefässe ernährende Zweige abgeben und auf ihnen ein Netz bilden, auch in dem inneren Zellgewebe der Leber sich verzweigen und zum Theil auch in der übrigen Substanz der Leber sich büschelartig ausbreiten. Er will beobachtet haben,

kanäle gar nicht angefüllt. Auch an der platten Fläche der Leber in beträchtlicher Entfernung von dem genannten Bande sieht man Gefässstämmchen hervortreten und unter dem Peritonealüberzug sich verzweigen, gefüllt mit der Farbe, die in den Lebergang injicirt worden.

dass sich Zweige der Leberarterie in die Aeste der Pfortader ergiessen. *Annot. acad. Berol.* 1786. *p.* 96. 98. 105.

Mappes (*de penitiori hepatis hum. structura. Tübingae* 1817.), lässt die gelbe oder medullare Substanz der Leber stumpfästige Windungen bilden, welche kleine Ritzen zwischen sich haben, in welchen die zweite cellulos-vasculose oder corticale Substanz bald zwischen den Windungen, bald inselartig erscheint. Jede Windung hat, wo sie auf der Oberfläche der Leber ein stumpfes Ende darbietet, eine Fissur in der Mitte, die sich etwas verzweigt. Er vermengt jedoch weiterhin die interlobularen und die intralobularen Fissuren auf der Mitte der Läppchen. Die Leberarterie verbreitet sich nach Mappes mit einem feinen Netzwerk auf den Wänden der Pfortaderäste und unter dem Peritoneum. Er lässt die Lebervenen-, die Pfortader- und Arterienzweige mitten durch die Gyri durchgehen und aus den Fissuren hervorgehen: die Zweige der Lebervenen lässt er aus den centralen Fissuren der *Substantia acinosa* hervortreten und zwischen den Körnchen der *Substantia acinosa* verschwinden, p. 19. 22. Die Pfortaderzweige kommen aus ähnlichen Fissuren der Gyri und verbreiten sich mehr ausserhalb der Gyri auf ihrer Oberfläche und in der *Substantia celluloso-vasculosa*, wie die Hirngefässe auf den Windungen des Gehirns. p. 11. 12. 22. Die Endzweige der Lebervenen hängen bloss mit der *Substantia acinosa,* nicht aber mit der *Substantia celluloso-vasculosa* zusammen p. 20. Die Zweige der Lebervenen verzweigen sich weniger dichotomisch, sondern sitzen sogleich seitlich auf den Stämmen der Lebervenen auf, die auf ihrer innern Oberfläche wie durchlöchert sind. p. 18.

Mappes fehlte zu einer vollständigern Kenntniss von der Vertheilung der Arterien und der zweierlei Venen die Unterscheidung der interlobularen und intralobularen Fissuren. Kiernan's sehr schätzbare Untersuchungen über den Bau der Leber haben diesen Unterschied und das Verhältniss der zweierlei Venen zu den Lobuli aufgeklärt.

Nach Kiernan verzweigt sich die Leberarterie vorzugsweise und grösstentheils auf den Wänden der Gallengänge und der anderen Blutgefässe, indem sie die *Vasa vasorum* bildet. Das Gefässchen, welches Malpighi aus dem Centrum seiner Lobuli hervortreten sah und welches sich dann auf der Oberfläche eines Lobulus in einige Aeste theilt, gehört immer den Lebervenen an; dagegen sich die Pfortader zwischen den Lobuli vertheilt. Im Inneren eines jeden kleinen Läppchens läuft ein Centralkanälchen (*Venula intralobularis*), Zweig der Lebervene, welcher das Blut aus dem Capillargefässnetz des Läppchens zurückführt; die *Venulae intralobulares* gehen von den Aesten der Lebervenen aus, welche an diesen Stellen in ihren Wänden wie durchlöchert sind, indem die Läppchen auf der Oberfläche der Wände der Lebervenenzweige aufsitzen, so dass diese so gruppirten Läppchen einen Kanal bilden, in welchem der Lebervenenzweig liegt. Diese Kanäle sind also durch die Basen aller Läppchen gebildet. In den Zellgewebescheiden, welche die Lobuli umgeben und von einander

sondern, verbreiten sich die Zweigelchen der Arterie und die Zweigelchen der Pfortader, welche (*Venae interlobulares*) durch die Capillargefässnetze des Läppchens in die Vena intralobularis, oder den Anfang eines Lebervenenzweiges übergehen.

Diese Darstellung wird bestätigt durch das Verhalten der Lebervenen an der schon erwähnten Leber des Eisbären. Denn hier hängen die Büschel der Lobuli an den Zweigen der Lebervenen und beim Durchschnitt der Lobuli sehe ich immer das Lebervenenästchen in der Mitte des Läppchens und seiner Fortsätze. Dies Verhalten der Lebervenen zu den Lobuli ist übrigens kein durchgreifendes bei allen Wirbelthieren, denn bei den Salamanderlarven sammeln die Lebervenen auf der Oberfläche der Leber die kleinen Zweige und man kann den Lauf der Blutkörperchen aus den Capillaren bis in den Stamm der Lebervenen während des Lebens beobachten. J. Mueller *de gland. struct. Tab. X. Fig.* 10.; bei den Myxinen laufen grosse Aeste der Lebervenen mit ihren Zweigen frei über die ganze Oberfläche der Leber hin.

Den Zusammenhang der verschiedenen Blutgefässsysteme in der Leber hat man durch den Uebergang der Injectionen aus einer Gefässart in die andere zu ermitteln gesucht. In Hinsicht der älteren Beobachtungen verweise ich auf Haller. Diesen zufolge ist zwar der Uebergang aus der Pfortader in die Lebervenen am leichtesten, aber Einspritzungen gehen auch aus der Arterie in die Lebervenen. *Elem. VI.* 499. 500. Die mehrsten Versuche der Anatomen sind zu allgemein angegeben, aber diejenigen von Walter sind einzeln erzählt und gestatten eine numerische Vergleichung. Walter injicirte sehr viele Lebern, theils von einzelnen Gefässen, theils von mehreren oder allen mit verschiedenen Farben, diese Injectionen befinden sich im hiesigen Museum. Unter 12 Fällen, wo der Uebergang aus einem Blutgefäss in ein anderes erwähnt wird, sind 4 aus der Pfortader in die Lebervenen, 2 aus den Lebervenen in die Pfortader, 1 aus den Lebervenen in die Pfortader und Leberarterie, 1 aus der Arterie in die Pfortader, 2 aus der Pfortader in die Lebervenen und die Arterie, 2 aus der Arterie in die Pfortader und Lebervenen. Bei Injectionen der Blutgefässe fand zuweilen auch ein Uebergang in den Gallengang statt und umgekehrt.

Der Zusammenhang der Pfortader und der Lebervenen durch das Capillarnetz der Lobuli steht fest. Ueber das Verhältniss der Leberarterie zu der Pfortader und den Lebervenen lassen sich verschiedene Hypothesen aufstellen.

1. Entweder wird alles Blut in dem Capillarnetz der Leber gemischt, welches von der Leberarterie und Pfortader zugleich gespeist wird und einen gemeinsamen Abfluss in die Lebervenen hat. So lehrte Haller, welcher in den Lobuli, die er Acini nennt, dreierlei zusammenhängende Blutgefässe annimmt. 515.

2. Oder die Arterie löst sich in *Vasa vasorum* in ernährende Gefässe für die Wände der anderen Gefässe, aller Blutgefässe sowohl als der Lebergänge auf, und gleicht einer *Arteria bronchialis*, die Venen des nutritiven Netzes ergiessen sich aber in

die Lebervenen, die also durch verschiedene Zweige sowohl das Blut der Pfortader aus der eigentlichen Lebersubstanz als das Blut aus dem nutritiven Netz der Vasa vasorum der Gefässwände aufnehmen. Diese Vorstellung ist von keinem deutlich ausgesprochen und repräsentirt. Denn Walter beschreibt die nutritive Verzweigung der Leberarterie auf den Wänden der anderen Gefässe in der Leber, ohne sich zu fragen, wohin die Venen der Vasa vasorum gehen, während er nur von der Gallenblase angiebt, dass sie nur Venen von der Pfortader habe, was schon Glisson und Haller wussten. Der Uebergang der Vasa vasorum in die Lebervenen müsste übrigens erkennbar seyn an der Injection eines Gefässnetzes auf den Wänden der andern Gefässe nach Injection der Lebervenen, was nicht beobachtet ist.

3. Die Leberarterie löst sich nur in Vasa vasorum auf den Wänden der andern Gefässe und der Gallengänge auf, die Venen des nutritiven Netzes dieser Wände gehen in die Pfortader und ihre Aeste im Innern der Leber über und alles Blut der Leberarterie gelangt also durch die Pfortader erst in das Netz der Lebersubstanz und so in die Lebervenen. Diese Ansicht ist zuerst von Glisson (*anat. hep. cap.* 30) vorgetragen. So wie die Gallenblase ihre Arterien von der Leberarterie erhalte und ihre Venen in die Pfortader abgebe, so verhalte sich auch der Lebergang, die Leberarterie verzweige sich innerhalb der Leber nicht in dem Parenchyma derselben, sondern mit der Zellgewebescheide der Gefässe nur in dieser und versorge die Haut des Leberganges mit Capillaren, deren entsprechende Venen in die Pfortader zurückgehen.

Ferrein unterschied ebenfalls an der Pfortader innerhalb der Leber arterielle und venöse Zweige; die letzteren bringen das Blut von der *Arteria hepatica* zurück in die Pfortader, die ersteren führen es in das Capillarnetz zwischen Pfortader und Lebervenen. *Mem. de l'acad. r. d. sc.* 1733. *Hist. p.* 37.

Nach dieser Ansicht liesse sich unter Walter's Beobachtungen, welche das von den nutritiven Arterien der Gefässwände Gesagte bestätigen, noch das Ergebniss erklären, dass er Uebergänge aus der Leberarterie in die Pfortader beobachtete, indem nach Eröffnung der Pfortaderäste auf den Wänden derselben Oeffnungen sichtbar wurden, welche den in die Arterie injicirten Färbstoff hervorquellen liessen, was Walter auf ein unmittelbares Ueberführen von Zweigelchen der Leberarterie in die Pfortader deutete.

Glisson's Lehre hat in der neuern Zeit durch Kiernan eine positivere Stütze erhalten. Nach ihm verzweigt sich die Arterie grösstentheils in der Gallenblase, den Gallengängen und den Blutgefässwänden im Innern der Leber. Aus diesem Netz geht das Blut in Zweige der Pfortader über und von der Pfortader in die Lebervenen. Denn durch feine Injectionen wurde die Pfortader wohl, nicht aber die Lebervenen gefüllt. Als er mit blauer Masse zuerst die Pfortader und dann mit rother die Leberarterie gefüllt hatte, wurden Zweige von beiden in den Häuten der Gefässe, der Gallengänge und der Gallenblase gefunden.

Die Läppchen der Leber waren blau gefärbt und die rothe Masse erschien nur punktweise im Umfang derselben. KIERNAN nimmt daher an, dass diejenigen Zweige der Leberarterie, welche bis zu den Läppchen gelangen, in die venösen Plexus der Pfortader übergehen und dass das Blut von dort erst in die Anfänge der Lebervenen gelange.

4. Die Leberarterie giebt die Vasa vasorum ab, deren Venen in die Pfortader zurückgehen, ein Theil des Arterienbluts gelangt aber in die Lobuli, in dasselbe Netz von Capillaren, welches sich zwischen den Pfortaderzweigen und Lebervenen befindet, gleichwie die Bronchialarterien nach REISSEISEN auch Zweigelchen in das Capillarnetz der Lungenläppchen, nämlich in das Netz zwischen den Zweigen der Arteria pulmonalis und Venae pulmonales abgeben.

Ich halte es nicht für erwiesen, dass das Netz der Lobuli nichts von der Leberarterie aufnehme. Ich berief mich schon in den vorhergehenden Auflagen auf die LIEBERKUEHN'schen Injectionen. Diese zeigen, dass das Capillargefässnetz von der Leberarterie nicht minder als von der Pfortader und den Lebervenen aus gefüllt werden könne. Dafür sprechen auch WALTER's Injectionen. Denn ist gleich die Leber von der Leberarterie aus niemals so vollständig injicirt als von den anderen Gefässen, so sind es viel mehr als Punkte, sondern Flecke, die in der Substanz der Leber zum Vorschein kommen; diese aus Capillargefässen bestehenden Flecke befinden sich nicht bloss zwischen den Lobuli, sondern erstrecken sich in diese hinein und treffen mit dem mit verschiedenen Farben aus der Pfortader und den Lebervenen injicirten Netz zusammen. An einzelnen Stellen sind die Lobuli mehr von der Pfortader, an anderen mehr von den Lebervenen aus gefüllt und es giebt Stellen genug, wo die im Netz enthaltenen Farben der Leberarterie und der Lebervenen zusammenstossen. Auch KRAUSE (MUELL. *Archiv.* 1837. *p.* 10.) hat sich gegen jene Ansicht ausgesprochen. BOWMAN sah Zweige der Leberarterie in das Capillarnetz zwischen Pfortader und Lebervenen eingehen *), und dasselbe hat E. H. WEBER nach brieflicher Mittheilung aus seinen Injectionen erfahren, die er mir zugleich zur Ansicht mitgetheilt hat. Die Möglichkeit, dass Zweige der Leberarterie und zweierlei Venen zusammenhängen, liegt übrigens schon ausser der Leber in den Verlängerungen dieser Gefässe über die Oberfläche der Leber in das Peritoneum und die Peritonealbänder vor.

Die Abweichungen in der Zusammensetzung des Pfortadersystems bei verschiedenen Thierklassen sind schon oben p. 140 abgehandelt. Unter den Fischen haben Branchiostoma lubricum (Amphioxus lanceolatus) und die Myxinoiden rhythmisch sich zu-

*) *Some however, viz. those drawn from the hepatic artery, either enter the portal-hepatic plexus directly, (as* MUELLER *thinks and as my praeparations certainly show some of them to do) or else join the minuter twigs of the portal vein, according to the opinion of* KIERNAN. *Philos. Transact.* 1842.

sammenziehende Pfortaderherzen. Das Blut gelangt bei Branchiostoma aus den Venen des übrigen Darmkanals vermöge der Pfortader zu dem die Leber vertretenden grünen Blindsack des Darms, von diesem zurück zur Hohlvene. *Monatsbericht der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin.* 1841. *p.* 409. Ueber die Wundernetze der Pfortader und Lebervenen s. oben p. 188.

Was die von Ferrein, Autenrieth, Bichat, Mappes, Meckel und Cloquet angenommene doppelte Substanz in der Leber betrifft, welche sich wie Mark und Rinde im Kleinen in der ganzen Substanz der Leber vertheilen sollen, so hat Mappes die Sache so angesehen, wie sie ist, die zweite Substanz nämlich nur als *Substantia celluloso-vascularis* im Gegensatz der gelben *Substantia acinosa* betrachtet. Ich habe dieses Ansehen aus dem Hervortreten der gelblichen Cylinder oder Reiserchen der Substantia propria aus dem Gefässgewebe erklärt. *De gland. struct.* Die Blutgefässnetze und die aus Zellen bestehenden Cylinder bilden überall das drüsige Gewebe der Leber. Kiernan erklärt die frühere Annahme zweier Substanzen aus dem Verhältniss der Blutgefässe zum centralen oder peripherischen Theil der Lobuli. Je nachdem entweder in den Interlobularvenen von der Pfortader oder in den Intralobularvenen eine Blutanhäufung stattfindet, scheint entweder die Mitte der gelben Läppchen oder der Umfang blasser *).

Bau der Nieren.

Den einfachsten Bau der Nieren habe ich bei den Myxinoiden gefunden. Die Nieren dieser Fische verhalten sich zu den Nieren der übrigen Thiere, wie die blindsackförmigen Milchdrüsen des Schnabelthiers zu den Milchdrüsen der übrigen Säugethiere und wie die blindsackartige Leber des Amphioxus zu der zusammengesetzten Leber aller übrigen Wirbelthiere. „Ein langer jederseit durch die ganze Bauchhöhle reichender Ureter giebt in grossen Zwischenräumen von Stelle zu Stelle ein kleines Säckchen nach aussen ab, welches durch eine Verengung in ein zweites blindgeendigtes Säckchen führt. Im Grunde dieses Säckchens hängt ein kleiner Gefässkuchen, der nur an einer kleinen Stelle wo die Blutgefässe zutreten, befestigt, sonst aber von allen Seiten frei ist. Harnkanälchen lassen sich in dieser Placentula nicht erkennen". *Vergl. Anatomie der Myxinoiden.* 3. *Fortsetzung. Gefässsystem. Berlin* 1841. *p.* 13. *Abhandl. der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. a. d. J.* 1839. *Berlin* 1841. *p.* 185.

Bei allen übrigen Wirbelthieren bestehen die Nieren aus vielen vom Ureter abgehenden feinen und langen Kanälchen von fast gleichförmigem Durchmesser, welche sich blind endigen und bei einigen auch schlingen- und netzartig unter einander verbinden, den Harnkanälchen, *Ductuli uriniferi.*

*) Die Untersuchungen von Kiernan sind in dem Artikel Liver von Erasmus Wilson in der *Cyclopaedia of anatomy a. physiology* wiedergegeben und bekräftigt und werden darnach die Ansichten anderer Schriftsteller beurtheilt.

Die Nieren der niederen Wirbelthiere, wie der Fische und nackten Amphibien, zeigen noch keinen deutlichen Unterschied von Substantia medullaris und corticalis. Das ganze Gewebe der Nieren der Fische besteht aus lauter gewundenen Kanälchen (*Ductus uriniferi*), welche durchgängig denselben Durchmesser behalten, sich hie und da theilen und sich zuletzt wahrscheinlich blind endigen, während sich ihre anderen Enden in den Harnleiter ergiessen. J. Mueller a. a. O. Tab. XII. Fig. 1—4.

Die Harnkanälchen in der Niere der Frösche gehen, wie die Federfahne von dem Federschaft, nach einer Seite hin ab. Sie sind in ihrem Verlaufe theils gerade, theils gewunden, verändern ihren Durchmesser nicht, theilen sich gabelig und endigen zuletzt blind an dem entgegengesetzten Rande der Niere, wo Huschke bläschenförmige Anschwellungen an ihnen beobachtete. *Isis* 1828. *p.* 565. In den Larven der Batrachier bilden sie bei ihrer Entwickelung auf dem Ureter aufsitzende gestielte Bläschen J. Muell. *de gland. struct. Tab. XII. fig.* 7. 10. Bei den Schlangen, wo die Nieren an dem, am äussern Rande derselben verlaufenden, Harnleiter, eine Reihe von Lappen bilden, schickt der Harnleiter von Stelle zu Stelle ein Stämmchen in die Concavität der Lappen ab, welches sich alsbald büschelförmig verzweigt. Diese Büschel gehen dann in die eigentlichen Harnkanälchen über, welche in mannigfaltigen Windungen das eigentliche Parenchym der Nieren ausmachen. Tab. XII. fig. 16. Am Ende scheinen die Harnkanälchen etwas angeschwollen und blind. Mit Quecksilber gefüllt haben diese Harnkanälchen einen Durchmesser von 0,00322 p. Z. Die Nieren der Schildkröten gleichen in der Bildung der Harnkanälchen, deren Enden gefiedert sind, ganz denen der Vögel. Ueber das eigenthümliche System von zuführenden Venen in den Nieren der Fische und Amphibien, siehe pag. 141 dieses Handbuches.

Die Nieren der Vögel, welche aus mehreren ganz getrennten, nur durch die Aeste des Harnleiters verbundenen Lappen bestehen, gleichen schon den Nieren der Säugethiere darin, dass in ihnen Pyramiden enthalten sind, welche die Harnkanälchen in kleine Warzen sammeln, wovon jede in einen Ast des Harnleiters eingesenkt ist. Auf der Oberfläche der Nieren bemerkt man kleine Windungen, wie auf der Oberfläche des Gehirns oder wie die an einander liegenden Ränder eines sehr gekräuselten Blattes. Diese Windungen entstehen durch die schichtweise Ausbreitung der zur Oberfläche auftauchenden Harnkanälchen. In diesen Windungen liegen die Harnkanälchen parallel neben einander; man kann sich diese Anordnung so vorstellen, wie wenn ein Tuch nach einer Seite hin in die Spitze einer Pyramide zusammengefasst wird, während das andere Ende des Tuchs wie eine Gardine oder eine Halskrause in gekräuselte Falten gelegt ist. Bei der ersten Entstehung der Niere sieht man diese Bildung noch deutlicher, indem die aus der Tiefe aufstrebenden Schichten der Harnkanälchen sich in gekräuselten Figuren auf der Oberfläche der Niere neben einander legen und den Falten einer Krause in der That sehr ähnlich sehen; a. a. O. Tab. XIII.

Fig. 4. 5. 6. Beim erwachsenen Vogel, wo sich die Harnkanälchen mit Hülfe der Luftpumpe durch Leim und Zinnober injiciren lassen, liegen die Enden der Harnkanälchen auf der Oberfläche der Nieren in wunderschöner Anordnung neben einander. Jedes dieser Kanälchen treibt federförmig kleine Zweige nach den Seiten aus, so dass jedes Harnkanälchen einem Federchen, oder auch der Verzweigung des Hirschgeweihes ähnlich sieht. Siehe Huschke *Isis.* 1828. *p.* 565. J. Mueller *de gland. struct.* Tab. XIII. Fig. 7. 9. 13.

Nach neuen Beobachtungen, die ich an ausserordentlich schönen Injectionen vom Prof. Retzius in Stockholm angestellt habe, setzen sich die Seitenzweigelchen noch weiter in die Tiefe fort, wo sie keine Aeste weiter abgeben und allmählig kaum etwas feiner werden. Wie sie zuletzt endigen, weiss ich nicht gewiss; wie es scheint, bilden sie Schlingen. Die Harnkanälchen haben auf der Oberfläche der Nieren der Eule einen Durchmesser von 0,00174 p. Z.

Bei dem Embryo der Säugethiere und des Menschen besteht die Niere aus mehreren ganz abgesonderten Lappen (*Renculi*), welche bloss durch die Zweige des Nierenbeckens zusammenhängen. Dieser Renculi sind so viele, als die Niere später Pyramiden hat. Bekanntlich bleiben die Renculi in grosser Anzahl bei mehreren Thieren durch das ganze Leben getrennt, wie beim Bären, der Fischotter und den Cetaceen. Sowohl bei diesen Thieren, als bei dem Fötus der übrigen Säugethiere und des Menschen besteht jeder Renculus aus der pyramidalischen Marksubstanz und der wie eine Mütze um die abgerundete Basis derselben herumgeschlagenen Corticalsubstanz, welche die Medullarsubstanz, also bis auf die Papille des Renculus umgiebt. Nachdem die Renculi unter einander verwachsen sind, setzt sich also nothwendig die Corticalsubstanz der Nieren zwischen die Pyramiden bis gegen die Papillen hin fort. In der Marksubstanz verlaufen die Harnkanälchen bekanntlich gestreckt; von der Basis bis gegen die Papille hin verbinden sie sich von Stelle zu Stelle, je zwei mit einander, wie die Zinken einer Gabel. Sie werden gegen die Papille hin beim Pferde unbedeutend, beim Menschen, nach Weber, nicht einmal weiter und öffnen sich in den Löcherchen der Papillen. Gegen die Corticalsubstanz hin fahren die Harnkanälchen aus den Bündeln (*Ferrein'sche Pyramiden*), welche die Malpighi'schen Pyramiden zusammensetzen, nach allen Richtungen auseinander. Nur eine kleine Strecke setzen sich die Büschel der gestreckten Kanälchen in die Corticalsubstanz fort, indem diese Büschel von Harnkanälchen von aussen nach innen immer mehr Harnkanälchen, gewunden in die Rindensubstanz, abweichen lassen. Siehe J. Mueller a. a. O. Tab. XIV. Fig. 4. vom Eichhörnchen. Die ganze Rindensubstanz besteht aus lauter Windungen von Harnkanälchen, die ihren Durchmesser nun nicht weiter verändern. Bei dem Pferde ist die Rindensubstanz dünn und die Zahl der gewundenen Kanäle daher viel geringer. Die Endigungen der Harnkanälchen sind theils blind, theils anastomotische Verbindungen. Blinde Endigungen in bläschenartige An-

schwellung sieht man am leichtesten in den Nieren des Embryo. S. Mueller a. a. O. Tab. XIV. Fig. 1.*) Dass die Harnkanälchen in der Rinde sich weiter theilen und unter einander anastomosiren, habe ich beim Pferde nach Injection der Harnkanälchen vom Ureter aus gefunden, und abgebildet Tab. XV. Fig. 2. Diese Anastomosen sind auch von E. H. Weber (*Anat. IV. p.* 339) und Krause (a. a. O.) und Owen **) beobachtet. Nach Krause's Untersuchungen kommen blinde Enden der Harnkanälchen, Anastomosen zugleich vor, wie es auch bei den Samenkanälchen der Fall ist. Bowman sah niemals Schlingen zwischen verschiedenen Kanälchen.

Was den Durchmesser der Harnkanälchen betrifft, so betragen sie in der Rinde der Nieren des Eichhörnchens 0,00149 p. Z.; sind also ungefähr 3 bis 6 Mal so dick, als die feinsten Blutgefässe. Auf der Oberfläche der Nieren des Pferdes betragen die Harnkanälchen im injicirten Zustand 0,00137 bis 0,00182; in der Medullarsubstanz betragen sie gegen die Mitte derselben schon beträchtlich mehr, nämlich 0,00489 und gegen die Papillen hin 0,01305 p. Z. Nach E. H. Weber nehmen diese Kanäle von ihren Windungen in der Rinde gegen das Mark und von dort bis an die Papillen beim Menschen gar nicht einmal an Umfang zu. In der Rindensubstanz betragen sie nach ihm 0,00180 p. Z. Durchmesser, in den Pyramiden 0,00160 p. Z., an der Papille 0,00100 p. Z.

Von ganz besonderem Interesse ist das Verhältniss der Blutgefässe zu der Nierensubstanz. In der Rinde der Nieren bilden die Blutgefässe die gewöhnlichen Capillargefässnetze, welche ausserordentlich dicht sind, so dass der Durchmesser nur einige Mal kleiner ist, als ihre Zwischenräume; sie betragen hier nach meinen Messungen 0,00037 bis 0,00058 p. Z. im Durchmesser.

In der Marksubstanz verlaufen die Blutgefässe zwischen den Harnkanälchen gestreckt gegen die Papillen hin, indem sie von der Rinde kommen. Diese von den Arterien und Venen aus leicht zu injicirenden Gefässe der Marksubstanz, welche schon Ferrein kannte, sind in früherer Zeit von den Anatomen von Ruysch an, fälschlich für die von den Arterien aus injicirten Bellini'schen Harnkanälchen gehalten worden, in welche die in die Arterien injicirten Flüssigkeiten nicht übergehen. Jene gestreckten Arterien und Venen werden gegen die Papillen der Nieren hin, statt sich wie die Harnkanälchen zu erweitern, vielmehr fein und bilden die gewöhnlichen Capillargefässnetze um die Oeffnungen der Harnkanälchen. Beim Hunde betragen diese gestreckten Arterien der Pyramiden 0,00175 — 0,00068 p. Z. im Durchmesser, in der Nähe der Papillen, wo sie Netze bilden, 0,00042 p. Z.

In der Rinde zwischen den Harnkanälchen liegen die Mal-

*) Dagegen halte ich, was ich beim Eichhörnchen als blinde Enden genommen, jetzt für zweifelhaft.

**) In der Englischen Uebersetzung dieses Lehrbuchs. *Elements of physiology by* J. Mueller, *translated with notes by* W. Baly, *illustrated with steel plates and numerous wood engravings.* 2 *Edit. p.* 496.

pighi'schen Körperchen, grösser als die Harnkanälchen und eben noch mit blossen Augen erkennbar; sie sind von Schumlansky viel zu klein abgebildet. Sie messen nach meinen Beobachtungen 0,00700; nach E. H. Weber 0,00666 bis 0,00883 p. Z. Diese Körperchen sitzen auf kleinen Arterien auf und bestehen ganz aus Windungen von Blutgefässen. Sie kommen in den Nieren aller Wirbelthiere vor, und Rathke hat sie auch in den Wolff-schen Körpern der Embryonen beobachtet.

Schumlansky hatte die Ansicht aufgestellt, dass die Glomeruli die Quelle der Harnabsonderung seyen, indem aus ihnen die Harnkanälchen entsprängen. Diesem widersprechen die Beobachtungen von Huschke und mir. Denn die *Glomeruli seu Corpora Malpighiana* lassen sich nur von den Arterien aus injiciren, werden aber nie nach Injectionen der Harnkanälchen angefüllt. Huschke hat überdiess beim Salamander beobachtet, dass das Blutgefässchen, welches in sie hineintritt, nach vielen Windungen wieder aus denselben herausgeht in das Netz der Capillaren übergehend. Tiedemann *Zeitschrift für Physiol.* 4. Tab. 6. Fig. 8.

Sie sollen nach Gurlt ebenso leicht von den Venen als von den Arterien aus gefüllt werden. *Anat. der Haussäugethiere. II. Bd. Berlin* 1834. *p.* 82. Dagegen Bowman behauptet, dass sie nur von den Arterien, nicht von den Venen injicirt werden können.

In dem Glomerulus vertheilt sich die Arterie nach Art eines Quastes, woraus gewundene Gefässe entstehen, die durch Schlingen unter sich enge zusammenhängen und zurücklaufen.*) Dieses Gefässknäuel liegt frei in einer häutigen Capsel, die ich in meinem Drüsenwerk p. 101 zuerst beschrieben habe, indem ich zugleich bemerkte, dass das Gefässknäuel nur in einem einzigen Punkte, wo die Arterie zum Glomerulus zutritt, mit der Capsel zusammenhängt**). In Folge meiner damaligen Untersuchungen blieb ich von dem Geschlossenseyn dieser Capseln und von dem Mangel alles Zusammenhanges der Malpighi'schen Körperchen mit den Harnkanälchen überzeugt. Später entdeckte ich den merkwürdigen einfachen Bau der Nieren bei den Myxinoiden. Hier giebt der Ureter von Stelle zu Stelle ein kleines Säckchen ab, welches durch eine Verengung in ein zweites blindes Säckchen führt. Im Grunde dieses Säckchens hängt ein kleiner nur

*) *Videor tamen observasse, arteriolam, quae glomerulo accedit, cirri adinstar dividi, unde tortuosa vascula oriuntur, quae ansis secum arcte connectuntur et recurrunt. De gland. penit. structura. p.* 101.

**) *Ex observationibus microscopicis saepius repetitis edoctus sum, glomerulos hosce qui ex arteriis materiem injectam suscipiunt, in vesiculis contineri. In renibus recentibus glomeruli sanguinolenti sunt, sed tunc etiam ex vesiculis, in quibus continentur, ope acus facile protudi possunt, ita ut laxe libereque in vesiculis glomeruli lateant, in ea parte modo affixi, ubi arteriola glomerulo accedit.* Weiterhin: *Sed hoc certum est, et quisque sibi apud me persuaderi potest, glomerulos libere in vesiculis contineri nec ullibi, nisi uno in puncto, cum vesiculis cohaerere. Quodsi glomerulos ex vesiculis protraxisti, laevia hemisphaeria excavata vides, per quorum parietem adjacentia retia sanguifera translucent. Ebend. p.* 101. *Vergl. Tab. XIV. Fig.* 9.

aus Blutgefässen, nicht aus Harnkanälchen bestehender Gefässkuchen, der nur an einer kleinen Stelle, wo die Blutgefässe zutreten, befestigt, sonst aber von allen Seiten frei ist. *Vergl. Anat. d. Myxinoiden.* 3. *Fortsetzung. Berlin* 1841. *p.* 13 *). Die Aehnlichkeit dieses Verhaltens mit dem von mir beschriebenen Verhalten der Glomeruli zu ihren Capseln ist auffallend genug, aber ich vermochte die Identität beider Structuren erst einzusehen, als ich die Beobachtungen von Bowman (*Philos. transact.* 1842) über den Zusammenhang der Harnkanälchen mit den Capseln der Glomeruli in den zusammengesetzten Nieren kennen lernte.

Bowman, welcher von meinen Beobachtungen nur die in dem Drüsenwerk enthaltenen über die Capseln der Glomeruli des Menschen kannte, hat die Entdeckung gemacht und durch die verschiedenen Thierklassen durchgeführt, dass die Harnkanälchen die Fortsetzung der Capseln der Glomeruli sind. Bei dem Uebergange verengt sich das Lumen des Kanälchens etwas und hier besitzt dasselbe im Innern Wimperepithelium, welches bald mit scharfer Grenze aufhört, worauf das Harnkanälchen in seinem ganzen Verlauf mit den von Henle beobachteten einfachen Epitheliumzellen inwendig besetzt ist. Ich habe die Beobachtungen von Bowman nicht wiederholt, bin aber aus dem Bau der Nieren bei den Myxinoiden von ihrer Richtigkeit überzeugt.

Die Nieren der Myxinoiden und der übrigen Thiere unterscheiden sich daher nicht wesentlich. Bei den Myxinoiden besteht jeder Renculus aus einem einzigen äusserst kurzen Harnkanälchen, seiner Capsel und dem darin aufgehängten Glomerulus, während die äussere Haut des Harnleiters sich auch über diesen blindsackartigen Renculus fortsetzt. Es ist nun gewiss, dass es blinde Enden der Harnkanälchen giebt; die angeschwollen bläschenförmigen Enden derselben, welche Huschke beim Frosch, ich bei den Kröten und Salamanderlarven und bei dem Fötus der Säugethiere beobachtete und abbildete, sind erklärt. Es ist eben so gewiss, dass die Harnkanälchen aus den Glomeruli nicht entspringen, die Quäste der Blutgefässchlingen sind nur in jene eingesenkt, und dennoch hat sich der Zusammenhang der Glomeruli und Harnkanälchen, welchen Schumlansky sah, bestätigt, freilich in einer Weise, wovon er keine Ahnung hatte. Auch lässt sich begreifen, wie nach Injection der Blutgefässe die Masse durch Extravasation aus den Gefässschlingen der Glomeruli in die Harnkanälchen extravasiren kann und dadurch werden die Beobachtungen von Berres, Hyrtl, Cayla über den Zusammenhang der beiderseitigen Gefässe in den Nieren erklärt.

*) Ich beschrieb diesen Bau zuerst im Archiv 1836 Jahresbericht LXXXVI. Damals vermuthete ich in dem in der Capsel angehefteten Körperchen die Nierensubstanz und ich stellte es als fraglich hin, ob die in diesem Körperchen mit dem Mikroskop erkannten Windungen Harnkanälchen seien. Später überzeugte ich mich, dass dies nicht der Fall ist, dass die Körperchen Gefässkuchen sind und dass sich keine Harnkanälchen darin erkennen lassen und sprach es in der vergl. Anat. d. Myxin. 1841 also aus.

Die Verbreitung der Blutgefässe in den Nieren ist nicht weniger interessant als in der Leber. Die Fortsetzung des Gefässsystems der Glomeruli in ausführende Gefässe, welche in das Capillarnetz der Rinde übergehen, ist zuerst von Huschke beobachtet. Nach Berres (*Mikrosk. Anat.* 160) verhalten sich die Arterien also: Die Arterien der Nieren erzeugen im Innern dieser Organe Zweige, welche die Corticalsubstanz in bestimmte der Medullarsubstanz zusehende längliche Abtheilungen oder Lappen durchschneiden. Aus diesen Muttergefässen der Nierenlappen erwachsen ringsumher längliche Gefässe von 0,0020 W. Zoll im Durchmesser, die sich in mehrere Zweigelchen von 0,0010 W. Z. spalten. Diese sind die Muttergefässe der Glomeruli, welche in diesen durch weitere Theilung gewundene Röhrchen von 0,0002 erzeugen, welche durch schlingenförmige Umbiegung ausführende Gefässe des Glomerulus zu Stande bringen. Jedes ausführende Gefäss des Glomerulus besitzt 0,0005 W. Z. Durchmesser und geht einerseits auf dem kürzesten Wege zu dem den Glomerulus kappenartig umgebenden intermediären Maschennetz, anderseits aber, langgestreckte Schlingen darstellend, in die Medullarsubstanz über. Hier verlaufen sie zwischen den Bellinischen Röhrchen, kehren früher oder später um und in das Capillarnetz der Rinde zurück, nur einzelne gelangen zum intermediären Netz der Nierenwarzen. Die Venen empfangen das Blut aus dem intermediären Netz des Markes und der Rinde und sammeln sich an der Oberfläche der Rinde und um die Pyramiden.

Nach Bowman gehen die ausführenden Gefässe der Glomeruli grösstentheils in das Capillarnetz der Rinde über, die Glomeruli näher der Marksubstanz sind grösser, haben stärkere ausführende Blutgefässe, welche sich in die Marksubstanz bis zur Warze verlängern und das Capillarnetz der Marksubstanz zu Stande bringen. Die Venen sammeln das Blut aus dem Capillarnetz der Rinde und des Markes, und sind in letzterem den Arterien ähnlich gestreckt.

Die Gefässknäuel der Glomeruli liegen zwischen ihren eintretenden und ihren in das Capillarnetz sich verzweigenden ausführenden Gefässen, demgemäss haben sie die Eigenschaften der Wundernetze, wohin ich sie stellte. Muell. *Archiv* 1840. *p.* 142.

Bowman betrachtet die ausführenden Gefässe der Glomeruli, durch welche alles durch die Arterien der Nierensubstanz zugeführte Blut erst in das die Harnkanälchen umspinnende Capillarnetz komme, als kleine Pfortadern, wohin sowohl die sogleich in der Rinde sich verzweigenden ausführenden Gefässe der Glomeruli als die Verlängerungen derselben in die Medullarsubstanz gehören.

Von besonderem Interesse wird das Verhältniss der Blutgefässe in den Nieren der Amphibien und Fische, die eine *Vena renalis advehens*, einen oder mehrere Pfortaderstämme ausser der Niere haben. Die Arterien bilden auch bei diesen Thieren die Glomeruli. Huschke beobachtete es beim Frosch, Hyrtl bei Coluber und Perca, Bowman bei Boa. Das die Harnkanälchen umspinnende Capillarnetz zwischen der *Vena advehens* und *revehens*

ist von Bowman und Gruby (*Ann. de sc. nat. XVII.* 218.) beschrieben. Nach Hyrtl (*med. Jahrb. d. Oest. Staates N. F. XV.*) gehen die *Vasa efferentia* der Glomeruli, lang hinlaufend theils in das Capillarnetz der Nieren über, theils verzweigen sie sich an der Schwimmblase der Perca. Bowman hat bei Boa das Verhältniss der Arterien zu den übrigen Gefässen aufgeklärt. Die ausführenden Gefässe der Glomeruli gehen zur Oberfläche eines Nierenläppchens und verbinden sich mit den auf der Oberfläche sich ausbreitenden Zweigen der Pfortader, welche letztere dann nach innen zu dem Capillarnetz zwischen den *Venae advehentes* und *revehentes* treten. Am Hilum jedes Läppchens giebt die Arterie wie bei den höheren Thieren, einige Zweige zu den Häuten der excernirenden Kanäle und grösseren Gefässe, von deren Capillaren Bowman vermuthet, dass sie sich in die Aeste der Pfortader ergiessen.

Hieraus ist abzunehmen, worin das Blutgefässsystem der Leber und der Nieren bei den Thieren die eine Pfortader der Nieren haben, übereinstimmt und worin sie sich unterscheiden. Anlangend das Verhältniss der Blutgefässe in den Nieren der höheren Thiere und der Thiere mit *Vena renalis advehens*, so giebt sich aus dem Vorhergehenden zu erkennen, dass bei jenen das in die Glomeruli gelangende von den Arterien kommende Blut, aus diesen austretend allein das ganze Capillarnetz der Nieren versorgen muss, während es bei diesen gemischt mit dem Blut der Pfortader zu diesem Netz gelangt. Dieser Unterschied bleibt immer räthselhaft genug. Die venösen *Vasa vasorum* auf dem Nierenbecken, den Nierenkelchen und den Aesten der Nierengefässe im Innern der Niere des Menschen gehen nicht etwa als kleine Pfortadern mit den gestreckten Gefässen der Pyramiden aus den Glomeruli zusammen, sondern ergiessen sich, wie ich sehe, überall in die Aeste der *Vena renalis.*

Bau des Hodens.

Bei den Insekten ist die Bildung des Hoden unendlich mannigfaltig. Der Grundtypus ist Vermehrung der Fläche, welche absondert, im kleinen Raume. Die Formen sind hier so überaus reich, als die Ausbildung einer grossen Fläche im kleinen Raume mannigfaltig ist. Siehe Leon Dufour *Ann. des sc. nat. Tom. VI. Septr. u. Octbr.*; Succow in Heusinger's *Zeitschrift für organ. Physik. Tom. II.* Man findet daher bald einfache, unverzweigte, mehr oder minder gewundene Röhren, bald knäuelförmig aufgewickelte Röhren; in anderen Fällen endigen die Röhren verzweigt in Bläschen oder wirtelförmig, oder in sternförmigen Anhäufungen von Blinddärmchen. Zuweilen stellt der Hoden einen Haufen bürstenförmig verbundener Blinddärmchen vor; zuweilen ahmen die Röhrchen einem Pferdeschweif nach; auch kommt es vor, dass die Röhrchen schlingenförmig sich mit einander verbinden, wie ich es an den Hoden der Scorpione gesehen. Die Absonderung geschieht also nothwendig hier nur auf der innern Fläche dieser Röhrchen, Blinddärme, Kapseln und die Natur er-

reicht denselben Zweck in einem einfachen, sehr langen Kanale, wie in kürzern verzweigten Röhrchen oder Anhäufungen von Blinddärmchen. Unter den Mollusken ist der Hoden ebenfalls sehr mannigfaltig, doch lässt er sich grösstentheils auf die Traubenform und die büschelförmigen Anhäufungen von Blinddärmchen reduciren.

Bei den Fischen finden sich zwei Modificationen der Bildung der Hoden vor; entweder bestehen sie nämlich aus verzweigten Röhren, wie beim grössten Theil der Fische (siehe Tab. XV. Fig. 7. von Clupea alosa), oder sie sind zellig. Im letztern Fall giebt es keinen Ausführungsgang des Hodens. Der Samen wird im Innern dieser Zellen gebildet, gelangt durch Zerplatzen derselben in die Bauchhöhle, wie auch die Eier einiger Fische in die Bauchhöhle fallen, und aus der Bauchhöhle durch eine oder zwei, in diesem Fall vorkommende Oeffnungen nach aussen. So z. B. verhält es sich beim Aal und bei der Pricke nach Rathke's Entdeckung, welche eine einfache Oeffnung der Bauchhöhle haben und bei welchen eben so die Eier nach aussen gelangen. Auch beim Stör und bei den Myxinoiden sind die Hoden zellig.

Die Hoden der nackten Amphibien sind noch ohne Nebenhoden, indem die *Vasa efferentia* sich ohne Weiteres zu dem Ductus deferens verbinden; sie bestehen übrigens aus kurzen blinden Röhrchen; bei den beschuppten Amphibien beginnt der Nebenhoden aus den Windungen der *Vasa efferentia* und des Samenkanals selbst. Ueber den Bau des Hodens bei dem Menschen haben in neuerer Zeit die Untersuchungen von Astley Cooper (*Ueber die Bildung des Hodens. Weimar* 1832.) und besonders von A. Lauth (*Mém. de la Société de l'hist. nat. de Strasbourg. Liv. II.*) und Krause (Muell. *Arch.* 1837. 20.) weitere Aufschlüsse gegeben. Nach Cooper werden die Läppchen des Hodens nicht bloss durch die von der Albuginea ausgehenden Scheidewand-artigen Fortsätze geschieden, sondern auch noch einzeln durch ein überaus feines Häutchen eingeschlossen. Die Samenkanälchen haben sämmtlich die Richtung gegen das Rete testis. Man kann sie gleichsam als einen Kegel vorstellen, dessen Spitze an dem genannten Orte liegt; auch ist jedes Samenkanälchen so gelagert, dass es durch die Abnahme seiner Windungen gegen das Rete testis gleichsam einen Kegel bildet. Krause fand zwischen 404 und 484 Läppchen im Hoden.

Die Samenkanälchen haben alle denselben Durchmesser. Er beträgt nach Lauth $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{220}$ Zoll, im Durchschnitt $\frac{1}{185}$ Zoll; ich habe ihren Durchmesser auf 0,00470 p. Z. angegeben. Injicirt betragen sie nach Lauth im Durchschnitt $\frac{1}{147}$ Zoll, nach mir 0,00945 p. Z. Mit Samen gefüllt haben sie nach Krause 0,00666, leer und bei Greisen 0,00521 Zoll im Durchmesser.

Die Läppchen bestehen nach Lauth bald aus einem, bald aus zwei, bald aus mehreren Samenkanälchen. Lauth berechnet die Zahl der Samenkanälchen auf 840, und die Länge von einem auf 2 Fuss 1 Zoll.

Ich hatte schon Enden der Samenkanälchen bei Säugethieren aufgefunden, wo diess bei den Nagethieren, wegen der Grösse

der Samenkanälchen, weniger schwer ist. Lauth hat nur ein Mal ein geschlossenes Ende eines Samenkanälchens im Hoden des Menschen bemerkt. Krause hat die blinden Enden öfter beobachtet, und sowohl diess Verhalten als die Anastomosen constatirt. Dieses seltene Erscheinen der blinden Enden kommt nach Lauth davon her, dass die Samenkanälchen nach seinen Beobachtungen zuletzt sich schlingenförmig mit einander verbinden. Die Theilungen und Vereinigungen der Samenkanälchen sind nach Lauth so häufig, dass er auf einer entwickelten Portion, deren Kanälchen circa 45 Zoll zusammen an Länge betrugen, gegen 15 Anastomosen auffand; diese Anastomosen finden jedoch nur gegen das Ende der Samenkanälchen statt. Da diese Kanälchen übrigens überall einen gleichen Durchmesser behalten, da sie theils durch ihre blinden Enden, theils durch ihre Anastomosen geschlossen sind, so darf man sich die Absonderung des Samens nicht an den Enden desselben, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung denken. An eine Communication der feinen Arterien mit Enden der Samenkanälchen ist ohnehin nicht zu denken. Die Samenkanälchen sind 15 Mal dicker als die feinsten Arterien, und die feinsten Blutgefässe verzweigen sich nur auf den Wänden der Samenkanälchen.

Wenn die *Vasa seminifera* bis auf eine oder zwei Linien Entfernung zum Rete testis gelangt sind, so hören ihre Windungen auf; mehrere vereinigen sich in ein Kanälchen, und so gehen die Ductuli recti in das Rete testis über. Dieser geraden Kanälchen sind nach Lauth jedenfalls mehr als 20, wie Haller annahm; ihr Durchmesser ist stärker, wie der der Samengefässe, im Durchschnitt $\frac{1}{108}$ Zoll.

Das Rete testis nimmt einen grossen Theil des obern Randes des Hodens ein; es liegt in der Dicke der Albuginea und bildet nach innen einen weissen Vorsprung der Albuginea, Corpus Highmori. Das Rete testis besteht aus 7 bis 13 Gefässen, welche wellenförmig verlaufen, sich unter sich vereinigen und wieder theilen und alle unter sich zusammenhängen. Diese Gefässe haben $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{180}$ Zoll Durchmesser.

Die *Vasa efferentia*, welche aus dem Rete testis in den Kopf des Nebenhoden treten, sind anfangs grade, fangen aber bald an sich zu winden, so dass jedes der Kanälchen die Figur eines Conus annimmt, dessen Spitze mit dem Rete testis und dessen Basis mit dem Kopf der Epididymis zusammenhangen. Nach Lauth wird dieser Kanal gegen die Epididymis zu enger; die Zahl der *Vasa efferentia* ist 9 bis 30, sie haben 7 Zoll 4 Linien Länge. Der Kanal des Nebenhodens nimmt diese Gänge nach einander auf, nach Lauth's Berechnung in einer Entfernung von 3 Zoll zwischen je zweien. Die mittlere Länge des Kanals des Nebenhodens beträgt nach Lauth's Berechnung 19 Fuss 4 Zoll 8 Linien.

Das Vasculum aberrans findet sich gewöhnlich an dem Winkel, welchen der Ductus deferens bildet, indem er sich gegen den Nebenhoden anlehnt. Meistens verbindet es sich mit dem Ende des Kanals des Nebenhodens, seltener mit dem Anfange des

Ductus deferens. Selten finden sich mehrere *Vasa aberrantia.* Dieser Appendix hat eine gelbliche Farbe. Die Länge des entwickelten Kanals beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 13 Zoll. Die Verbindungsstelle des Kanals mit dem Nebenhoden ist immer dünner als der übrige Theil und viel dünner als der Kanal des Nebenhodens. Gegen sein blindes Ende zu wird er allmählig dicker, zuweilen, nachdem er sich erweitert hat, zuletzt ausserordentlich fein; offenbar ist dieses Gefäss zur Absonderung eines Saftes in den Nebenhoden bestimmt.

Nachdem nun der Bau der absondernden Organe im Einzelnen dargestellt worden, lassen sich allgemeine Resultate über den Bau der Drüsen zusammenfassen.

I. Die vorhergehenden Untersuchungen über den innern Bau sämmtlicher Drüsen, welche in der Thierwelt und bei dem Menschen auftreten, zeigen, dass, so mannigfaltig die Bildung ihrer Elementartheile ist, alle doch sammt und sonders dasselbe Bildungsgesetz verfolgen und von dem einfachsten unverzweigten Folliculus bis zu den zusammengesetzten Drüsen eine ununterbrochene Bildungsreihe darstellen.

II. Es lässt sich zwischen den Absonderungsorganen der wirbellosen Thiere und der Wirbelthiere keine Grenze ziehen, und die einfachsten Schläuche und röhrenförmigen Secretionsorgane der Insekten wiederholen sich nicht allein bei den höheren Thieren, sondern gehen durch die Thierwelt offenbar in die Drüsen der höheren Thiere über. Die Milchdrüsen des Schnabelthiers, die einfachsten Speicheldrüsen der Vögel, die prostatischen Drüsen vieler Säugethiere, das Pankreas der meisten Fische, die Leber des Branchiostoma, die Nieren der Myxinoiden sind so einfach wie die Absonderungsorgane der Crustaceen und Insekten.

III. Alle Drüsen bieten im Inneren nur eine grosse Fläche der Absonderung dar und es giebt gar viele Arten innerer Bildung, durch welche die absondernde Fläche im kleinsten Raume vermehrt wird. Die Natur zeigt hierin, wie überall, einen unendlichen Reichthum der mannigfaltigsten Bildungen, ohne die einfachen Gesetze der Entwickelung zu verlassen. Wunderbar sind die Formen, durch welche sie bei den Insekten die samenabsondernden Röhren in fast vegetabilischem Charakter verändert, aber noch viel wunderbarer ist ihre Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der zusammengesetztesten Drüsen bei den höheren Thieren; allein alle Drüsen haben das gemein, dass sie nur auf Entwickelung des Ausführungsganges zu inneren Höhlen oder Kanälen mit geschlossenen Enden beruhen. Die Malpighi'sche Ansicht von dem Bau der Drüsen ist daher allerdings die richtigere, und diese Wahrheit ist durch die neueren Untersuchungen über allen Zweifel erwiesen.

IV. Acini, als *Drüsenkörner*, in dem hypothetischen Sinne der Schriftsteller giebt es eigentlich nicht; es giebt keine Verknäuelungen der Blutgefässe, aus welchen auf eine geheimnissvolle Art absondernde Kanäle entspringen sollen, welche Vorstellung man auch dabei habe; es giebt keinen unmittelbaren Uebergang der feinsten Blutgefässe in die Anfänge der absondernden Kanäle.

Das System der absondernden Kanäle ist ganz eigenthümlich und in sich geschlossen, wie es von allen Formen der Drüsen erwiesen worden ist.

V. Was man als Drüsenkörner beschreibt, diese Acini sind nur die Haufen der Enden der absondernden Kanäle, selbst oft Aggregate und Träubchen kleiner mikroskopischer Bläschen.

VI. In vielen Drüsen, giebt es nicht einmal hohle oder bläschenartige Acini, sondern vielmehr bloss lange gewundene Kanäle von überall gleichem Durchmesser, wie in den Nieren, eben so wie in den Hoden und vielen anderen Drüsen; oder gerade Röhrchen, wie in der Thränendrüse der Riesenschildkröte, in den Cowper'schen Drüsen des Igels, in dem Hoden der Fische und der Frösche, in den Steissdrüsen der Vögel, in den Drüsen der Eierleiter bei den Rochen und Haien; oder Blinddärmchen, wie in der Leber der Krebse, in den Drüsen, welche die Cloake bei den männlichen Urodelen besetzen, in den prostatischen Drüsen vieler Säugethiere. Hohle Endbläschen giebt es allerdings in gewissen Drüsen von traubenförmiger Bildung der Elementartheile, wie in den Speicheldrüsen, im Pankreas, in den Milchdrüsen der meisten Säugethiere, in der Thränendrüse der Vögel und Säugethiere, in der Harder'schen Drüse, in der Leber der Mollusken u. s. w. Die Ausdrücke: *Substantia acinosa, acini* u. dgl. passen daher allerdings für eine gewisse Klasse von Drüsen, insofern *Acinus* ursprünglich *Träubchen* bedeutet. Allein diese Bedeutung ist durch die mannigfaltigen Hypothesen nach und nach in die falsche Bedeutung *Drüsenkorn*, körniges Wesen übergegangen; und da die Bezeichnung Acini nur für einige Drüsen, auch im richtigen Sinne des Wortes, passt, so ist es räthlich, bei dem Gebrauch dieses Wortes, dem sich so viele falsche Erklärungen und Hypothesen angehängt haben, sehr vorsichtig zu seyn.

VII. Es ist von allen Drüsen erwiesen, dass die Blutgefässe nicht in diese Elementartheile übergehen, dass die feinsten Blutgefässchen sich zu den Wänden jener hohlen Kanäle und ihren Enden verhalten, wie zu jeder andern feinen absondernden Haut, z. B. der Schleimhaut der Lungenzellen. Sie öffnen sich nicht mit freien offenen Endigungen in den Anfängen der absondernden Kanäle und Höhlungen der Drüsen, sondern die Arterien gehen auf den Elementartheilen der Drüsen oder um dieselben durch netzförmige Capillaren in Venen über.

VIII. So wie die absondernden Kanäle der Drüsen mit ihren blinden Wurzeln eigenthümlich und selbstständig sind, so bildet auch das Blutgefässsystem in jeder Drüse ein vollkommen in sich geschlossenes Ganze, durch den vollkommen geschlossenen netzförmigen Zusammenhang der baumförmigen Verzweigungen der Arterien und Venen.

IX. Man hat von einigen Drüsen früher einen Zusammenhang der lymphatischen Gefässe mit den Ausführungsgängen behauptet. Cruikshank u. A. (ich selbst) füllten aus den Milchgängen der Milchdrüsen lymphatische Gefässe. Walter behauptete aus gewaltsamen Injectionen einen Zusammenhang zwischen

Lymphgefässen und Gallenkanälen. Allein diese Gründe sind so wenig haltbar, als so mancher andere von gelegentlichen Uebergängen einer Injectionsmaterie aus einer Ordnung von Gefässen in eine andere, nach gewaltsamen Injectionen. Uebrigens sind die Lymphgefässe sehr viel stärker als die feinsten Elementartheile der Drüsen.

X. Das System der absondernden Kanäle, mit blinden hohlen Wurzeln selbstständig und geschlossen, ist als eine Vegetation des Ausführungsganges innerhalb eines Blastems zu betrachten. Die Höhlungen der Kanälchen scheinen durch Verschmelzung der Zellen des Blastems zu entstehen.

XI. Die baumförmigen Verzweigungen der Blutgefässe begleiten die aufkeimenden absondernden Gänge und legen sich mit ihrer peripherischen netzförmigen Auflösung über alle diese blinden Elementartheile hin, welche sie mit Blut tränken. So wie sich die innere Flächenbildung auf der einfachen ebenen Wand zum Blinddarm und verzweigten Blinddärmchen fortsetzt, so erhebt sich hinter und über dieser Efflorescenz die Gefässschicht der einfachen Wand. So entwickeln sich beide Systeme an einander aufsteigend, je mehr sich die einfache Wand in eine innere Flächenbildung complicirter ausbildet.

XII. Dadurch, dass die verzweigten Kanäle und Röhren, welche bei einfacherer Bildung unter den Insekten und Crustaceen und selbst bei höheren Thieren frei liegen, immer mehr durch neue Vegetation aneinanderrücken und sich decken, entsteht Parenchym. Dieser Entwickelungsgang ist bei den Embryonen augenscheinlich gemacht worden.

XIII. Die feinsten netzförmigen Blutgefässchen sind meist viel dünner als die dünnsten Aeste der Ausführungsgänge oder Drüsenkanäle und ihre blinden Enden, selbst in den zusammengesetztesten drüsigen Eingeweiden. Die Elementartheile der Drüsen sind immer noch so gross, dass sie erst von den feinsten Blutgefässnetzen umspannt und umwebt werden können. Die Rindenkanäle der Nieren sind viel stärker als die feinsten Blutgefässe, wie durch alle Klassen der Thiere erwiesen worden ist. Bei den Speicheldrüsen sind die feinsten Blutgefässe immer noch mehrmal dünner als die traubenförmig verbundenen, mit Quecksilber zu füllenden Endbläschen der Speichelkanäle. Eben so beim Pankreas und bei der Thränendrüse. Auf den Samenkanälen des Hodens verbreiten sich erst die Netze der feineren Blutgefässchen. Endlich zeigt die Entwickelungsgeschichte aller zusammengesetzten Drüsen diesen Unterschied an den noch frei liegenden Drüsenkanälen zur Evidenz.

XIV. Die Ausbildung der Drüsen in der Entwickelungsgeschichte des Embryo ist eine Wiederholung ihrer Ausbildung in der Thierwelt.

XV. Es giebt sehr viele Modificationen im innern Bau einer Drüse, wodurch sie die absondernde Fläche vermehrt; aber keine ist einer Drüse ganz eigenthümlich durch alle Thiere. Ganz verschiedene Drüsen können einen gleichen innern Bau haben, wie die Hoden und die Rindensubstanz der Nieren; gleiche

Drüsen haben oft einen ganz und gar verschiedenen Bau bei verschiedenen Thieren, wie die Thränendrüse der Schildkröte, Vögel und Säugethiere. Die Speicheldrüsen sind bei den Vögeln nur verzweigte Gänge mit zelligen Vorsprüngen; bei den Säugethieren sind es Träubchen von Zellen, zu denen eine complicirte Verzweigung der Kanäle führt. Wie verschieden ist die innere Bildung der Leber in der Thierwelt, bald einfach blinddarmförmig, bald büschelförmig, bald traubenförmig, bald schwammig, bald aus verzweigten Kanälen mit rispenartigen Enden. Wie unendlich mannigfaltig die Bildungen der Samenkanälchen im Hoden! Nur die Nieren behaupten in ihrer Bildung durch alle Klassen das Constante, dass sie aus unverästelten, nicht baumförmig vertheilten Kanälen, sondern durchgängig aus langen neben- oder durcheinander liegenden Röhrchen bestehen, obgleich in der Ordnung dieser Röhrchen die grösste Verschiedenheit herrscht.

XVI. Die Drüsenbildung vervollkommnet sich nicht in der Thierwelt absolut, sondern in jeder Klasse der Thiere treffen wir rudimentäre Drüsen mit höchst einfacher Bildung, wenn diese Drüsen der Klasse zuerst zukommen; so erscheinen die Milchdrüsen des Schnabelthiers, die prostatischen Drüsen der Nager, das Pankreas der Fische, die Leber des Branchiostoma lubricum, die Nieren der Myxinoiden selbst blinddarmförmig.

XVII. Die Substanz der Elementartheile der Drüsen ist durchgängig weiss, oder weissgraulich, oder weissgelblich, bei allen Drüsen, so verschieden die Secrete der Drüsen sind. Eine Uebereinkunft der Drüsensubstanz mit ihrem Secretum besteht nicht.

Eine übersichtliche Zusammenstellung mikrometrischer Messungen der secernirenden Kanäle und Capillaren befindet sich in den früheren Auflagen dieses Handbuchs.

III. Capitel. Ueber den Secretions-Process.

1. Von den Ursachen der Absonderung.

Die Absonderung ist nur eine besondere Art der Verwandlung oder Metamorphose, welche die thierischen Säfte, das Blut bei dem Durchkreisen der Organe erleiden.

Alle Absonderung aber geschieht auf Flächen, seyen es nun einfache Häute, oder sey es complicirte innere Flächenbildung in zellenhaften oder kanalförmigen Aushöhlungen der Drüsen.

Die complicirteste Drüse ist auch nur eine im kleinsten Raum construirte grosse Fläche, sie ist mit allen ihren inneren Gängen, Kanälen, jenen Röhren, oder Zellen, oder Blinddärmchen immer nur eine ungeheure flächenhafte thierische Grenze, auf welcher die Metamorphose des Blutes stattfindet.

Die Elementarröhren der Nieren, die Elementartheile der Leber, wie anderer zusammengesetzten Drüsen, sind in ihrem ganzen Verlauf von den feinsten Blutgefässnetzen umsponnen,

haben zwischen sich nur dünnes Bindegewebe, welches die Drüsenkanäle verbindet und innerhalb welchem die feinsten Strömchen des Blutes stattfinden. Die Elementarkanäle, jene Träubchen, Röhrchen etc., werden also überall äusserlich von feinen Blutströmchen umspült, sie tränken sich mit diesem Blute, verwandeln es auf eigenthümliche Art, und lassen auch das Verwandelte nach innen gegen die Ausführungsgänge abfliessen. Diess ist der einfache Process der Absonderung, der sich von der Ernährung nur unterscheidet, dass das Verwandelte von häutigen Grenzen abfliesst.

Man hat früher die Absonderung in den Drüsen gegen alle Analogie auf die Enden der Drüsenkanäle oder auf jene hypothetisch so geheimnissvollen Acini verwiesen. Diess ist sehr unrecht, wie bereits E. H. Weber bemerkt; denn die Acini, in dem naturgemässen Sinne, dass es hohle Bläschen sind, existiren in den wenigsten zusammengesetzten Drüsen. Der Samen wird im ganzen Verlauf der Samenkanälchen gebildet.

Die Ausscheidung flüssiger Bestandtheile des Blutes aus den Capillarnetzen auf der Oberfläche der Häute und in das Innere der Drüsenkanäle setzt die Permeabilität der thierischen Wände für Flüssiges voraus. Diese den thierischen Structuren auch im todten Zustande zukommende physikalische Eigenschaft ist oben p. 193 erörtert. Bei Injectionen der Blutgefässe mit Farbestoffen in einem wässrigen der Flüssigkeit der thierischen Structuren verwandten Vehikel, z. B. bei Leiminjectionen, dringt die wässrige Auflösung auf der Oberfläche der Membranen hervor, während die Farbestofftheilchen in den Capillaren zurückbleiben. Mascagni *nova per poros inorganicos secretionum theoria. Romae* 1793. Die *Vasa exhalantia* sind von den älteren Physiologen bloss deswegen erfunden worden, weil man die Eigenschaft der thierischen Gewebe nicht kannte, mit allen ihrem Wasser verwandten Flüssigkeiten sich zu tränken und sie an andere Theile abzugeben.

Die Kraft, durch welche das chemisch veränderte Secretum von der secernirenden Fläche abgestossen wird, ist hiermit noch nicht, sondern bloss die Möglichkeit des Durchdringens erklärt. Man kann diese bei manchen Secretionen so profuse Ergiessung wie so vieles Andere, nicht im Ernst von der Kraft des Herzens und dem Impuls des Blutes abhängig machen; diese mechanische Erklärung würde durchaus nicht ausreichen; ausserdem dass sie ohnehin bei den Absonderungen der Pflanzen wegfällt, wäre auch nicht einzusehen, wie die Absonderung sich unabhängig vom Herzen durch specifische örtliche Reize vermehrt. Nun fragt sich ferner, warum das specifisch veränderte Fluidum bloss nach einer Seite hin vordringt, und warum der Schleim nicht eben so leicht zwischen den Häuten des Darmkanals, als auf der innern Haut desselben abgeschieden wird? warum die Galle aus den Gallenkanälchen nicht eben so leicht durch die Oberfläche der Leber, als nach innen im Verlauf der Gallenkanälchen vordringen kann? warum der Samen nur auf der innern Fläche der

Samenkanälchen und nicht auf der äussern Fläche derselben in die Zwischenräume dieser austritt?

Offenbar bewirkt bei der Absonderung eine ganz ähnliche Kraft die Ausscheidung, wie jene, welche bei der Resorption die Aufnahme in die Lymphgefässnetze oder Anfänge der Lymphgefässe bewirkt. Wunderbar, dass in verschiedenen Gewebetheilen einer und derselben Membran oft beides geschieht, indem z. B. die Schleimbälge der Schleimhäute, welche absondern, von den anziehenden und aufsaugenden Lymphgefässnetzen dicht umher umgeben sind.

Wollaston nimmt an, dass bei den Secretionen ein elektrischer Process stattfinde. Er nahm eine zwei Zoll lange, $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Glasröhre, und verband das eine Ende derselben mit Blase; dann goss er Wasser in die Röhre, worin $\frac{1}{240}$ Kochsalz. Die Blase wurde äusserlich befeuchtet und auf ein Stück Silber gesetzt; nun wurde ein Zinkdraht durch das eine Ende mit dem Silber, durch das andere mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht. Es erschien reines Natron an der äussern Fläche der Blase. Eberle gelang dieser Versuch nur bei einer stärkern galvanischen Action. Eberle, *Physiologie der Verdauung.* p. 137.

Die Untersuchungen über die Zellenthätigkeit haben den Forschungen über die Absonderung eine neue und fruchtbare Richtung gegeben. In den Fettzellen, in den Graafschen Bläschen des Eierstocks haben wir Zellen vor uns, welche ihren Inhalt bilden und in ihrem Innern anhäufen. Es kommen Zellen in den Absonderungsorganen vor, aber auch die Membrana propria der Drüsen kann als aus Zellen entstanden angenommen werden und muss noch die Eigenschaften der Zellen behalten. In Hinsicht des Antheils der Zellen an der Absonderung sind aber mehrere Fälle zu unterscheiden, die man streng aus einander halten muss.

1) Die Absonderung erfolgt durch Ergiessung von Cytoblastem auf der innern Fläche der Drüsenkanälchen, in welchem sich Zellen bilden, welche metabolisch, verwandelnd auf das Cytoblastem wirken, einen eigenthümlichen Inhalt in sich ausbilden, sich dann auflösen und ihren Inhalt als Secret freigeben. So erfolgt die Secretion des Samens. Denn nach einer Entdekkung von R. Wagner bilden sich die Samenthierchen innerhalb der Samenkanälchen in freien Zellen, so zwar, dass eine Zelle eine ganze Anzahl derselben einschliesst, welche durch Auflösung der Zelle frei werden. Muell. *Arch.* 1836. 225. Dies ist von Valentin, Siebold, Hallmann, Kölliker, Goodsir u. A. bestätigt. Diese Samenthierchenzellen scheinen von den Epitheliumzellen der Samenkanälchen verschieden zu seyn. Bei den meisten Thieren bilden sie sich überall im Innern der Samenkanälchen, bei den Rochen aber nach den Untersuchungen von Hallmann (Muell. *Arch.* 1840. p. 467.) in den kugeligen Endbläschen der Samenkanälchen, die selbst wieder anfangs geschlossene Zellen sind und als solche an den Samenkanälchen wie an Stielen sitzen. Die meisten Beobachter sahen die vielen Samenthierchen in einer Zelle eingeschlossen. Kölliker beobachtete beim Meerschwein-

chen und bei der Hausmaus, dass jedes Spermatozoon sich in einer ihm eigenen Zelle bildete, so zwar, dass eine grössere Zelle als Mutterzelle kleinere einschloss und von diesen jede ihr Spermatozoon enthielt. Kölliker *Beiträge zur Kenntniss d. Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit. Berlin* 1841. *p.* 56. Von besonderem Interesse ist die Art, wie sich der Samen bei den Rochen und Haien aus Zellen entwickelt und ergiesst. Die geschlossenen Endbläschen des Hodens hängen hier, wie Hallmann bei Rochen und Goodsir in gleicher Weise bei *Squalus cornubicus* beobachtete, geschlossen an den Samenkanälchen an ihren Stielen. Hallmann sah darin theils Kerne, theils junge Zellen und in den grösseren sah er Zellen, welche Samenthierchen enthielten. Nach Goodsir (*Transact. r. soc. Edinb. XV. p.* 2.) bilden sich auch die Endbläschen aus einer nucleirten Zelle, welche anfangs an der äussern Seite des Kanales ansitzt. Die zweite Stufe der Entwikkelung ist eine mehr ausgebildete Zelle, die als Mutterzelle einige junge Zellen einschliesst. Bei der nächsten Stufe hat sich die Anheftungsstelle der Zelle in einen Stiel ausgezogen, dessen Höhle mit dem Stamm zusammenhängt, die Zelle selbst ist noch geschlossen und voll von nucleirten Zellen. Die letzteren entwikkeln wieder junge Zellen in ihrem Innern und verlängern sich in die Cylinderform; in den Cylindern erkennt man weiterhin die korkzieherförmigen Spermatozoen. Die Mutterzellen dehisciren an der Stelle, wo sie an den Samengängen anhängen und so wird der Inhalt in diese übergeführt.

Im Hoden ist die endogene Entwickelung der Zellen, und das Freiwerden ihres Inhaltes durch Auflösung der Zellenwände faktisch die Ursache der Absonderung, so ist es auch bei denjenigen Fischen, welche gar keine Samenkanäle besitzen, wo der Samen durch Dehiscenz von Zellen in die Bauchhöhle fliesst. S. oben p. 341. Nun fragt sich, wie weit die endogene Zellenbildung und Auflösung der Zellen auch bei anderen Drüsen an der Absonderung Antheil hat. Die Frage kann auch so gestellt werden, ob die endogenen Zellen in anderen Drüsen ursprünglich, im noch geschlossenen Zustande das Secretum in sich enthalten. Nach Hallmann (*de cirrhosi hepatis. Berol.* 1839. p. 22.) sind die mehrsten nucleirten Leberzellen durchsichtig, sie enthalten theils sehr kleine Körnchen theils kleine Fetttröpfchen, zwischen den durchsichtigen Zellen sah er einzelne undurchsichtige gelbe oder gelbbraune, und zwar in gesunden Lebern, hier konnte von dem dunkeln Inhalt die gesonderte Zellenmembran unterschieden werden. Henle (*Allg. Anat.* 904.) schreibt den Leberzellen eine wesentliche Rolle bei der Gallenbereitung zu. Zwar lasse sich nicht geradezu beweisen, dass sie Flüssigkeit enthalten und dass ihr Inhalt Galle sei, doch sei das erste schon der Analogie mit anderen Zellen und das zweite der Farbe wegen wahrscheinlich*). Die Auflösung der reifen endogenen Zellen

*) Ich sehe die Leberzellen im gesunden Zustande durchsichtig, schwach gelblich, entsprechend der eigentlichen Farbe der Lebersubstanz, deren Ursache sie sind; in einer kranken grünlich gelben Leber waren alle Leberzellen ganz

in das Secret erfolgt nach Henle (p. 979.) in dem Secrete der Hoden, der Ohrenschmalzdrüsen, vielleicht auch der Milchdrüsen. Aus den Magensaftdrüsen kommen sie dagegen noch unversehrt hervor und überziehen, von einer zähen Substanz verbunden, die Schleimhaut des Magens, lösen sich aber während der Verdauung grösstentheils auf, so dass nur die Kerne zurückbleiben. In Betreff der übrigen Drüsen konnte er noch nicht zu einer Entscheidung gelangen. Auch Valentin ist über die Art des Antheils der endogenen Zellen an der Secretion ungewiss und stellt verschiedene Alternativen auf. R. Wagner's *Handwörterbuch der Physiol. Art. Absonderung.*

Goodsir hat diesen Gegenstand in einer grossen Ausdehnung verfolgt und auf die Zellenbildung, die metabolische Thätigkeit der Zellen und ihre Auflösung in das Secret eine allgemeine Theorie der Absonderung gegründet. *On the ultimate secreting structure, and on the Laws of its Function. Transact. r. soc. Edinb. Vol. XV. p.* 2. 1842. Er fand die Galle in der Leber der Mollusken und Krebse im Innern der nucleirten Zellen ihrer Leber, an der innern Fläche des Tintenbeutels der *Loligo sagittata* fand er nucleirte Zellen, die mit Tinte gefüllt waren. Die Theile, welche bei *Janthina fragilis* den Purpur absondern, bestehen aus Zellen, die mit diesem Farbstoffe gefüllt sind. Die Endbläschen der Milchdrüsen enthalten eine Masse nucleirter Zellen, sie enthalten eine Flüssigkeit, worin 1, 2, 3 oder mehr Oelkügelchen vollkommen gleich denen der Milch schwimmen.

Wenn diese Theorie auf die Leber der höheren Thiere anwendbar ist, so lassen sich zwei Fälle denken, entweder sind die in Reihen oder Cylindern gruppirten Leberzellen die Keime der Gallenkanälchen, welche nach ihnen zu wirklichen Röhren verschmelzen und ihren Inhalt frei werden lassen oder die Leberzellen liegen selbst erst in Röhren einer Membrana propria, die ihren Reihen oder Cylindern entsprechen und bilden sich im Innern dieser Röhren gleich den Zellen der Spermatozoen in den Samenkanälchen, um sich successiv in der Galle aufzulösen.

2) Obgleich jene Theorie der Absonderung für viele Fälle gewiss die richtige ist, so kann sie doch nicht auf alle angewandt werden, wogegen sowohl theoretische Gründe als Erfahrungen sprechen. Denn wenn die Theorie jedenfalls als das erste die Ausscheidung von flüssigem Bildungsstoff für Zellen, Cytoblastem auf der innern Wand der Drüsenkanäle voraussetzt, so lässt sich auch eine Secretion vorstellen, die theils aus flüssiger Ausscheidung, theils aus abgestossenen aber nicht aufgelösten Zellen besteht. Diese Art der Secretion liegt in der Eiterabsonderung als fundamentales Factum vor, aber auch die einfachen Drüsen bieten nach den Beobachtungen von Henle zahlreiche Beispiele dar, wie namentlich die Schleimdrüsen und Magensaftdrüsen, deren Secret zum Theil aus Zellen besteht. Allerdings stehen diese

entschieden mit einem grünen Inhalte gefüllt, was ich bis jetzt nur ein Mal gesehen.

abgestossenen Zellen der Secrete den Epithelien nahe und der Process ist der Abschuppung der Epithelien verwandt, aber auch diese Zellen besassen eine metabolische Thätigkeit und haben oft einen eigenen Inhalt erzeugt, der eingeschlossen mit abgeht, wie bei den in mehreren Secreten von Henle nachgewiesenen Fettbläschen, Zellen, in welchen das Fett in einzelnen Tröpfchen abgelagert ist, wie bei den Talgdrüsen u. a. S. Henle a. a. O. p. 941.

3) Von denjenigen Zellen, welche als Epithelium oder andere eigenthümliche endogene Zellenbildung längere Zeit in Wechselwirkung mit den inneren Wänden der Drüsenkanälchen bleiben, lässt sich voraussetzen, dass sie nach den allgemeinen Eigenschaften der Zellen anziehend auf die Ausscheidung eines flüssigen Secretes und dessen Umwandlung wirken, sei es, dass sie auf ihre flüssige Umgebung metabolisch wirken oder das in sich aufgenommene und umgewandelte ohne eigene Auflösung ausscheiden. Purkinje, Henle, Valentin. Hieran ist am meisten zu denken bei denjenigen Drüsen, welche Bestandtheile des Blutes mehr ausscheiden als eigene erzeugen, wie bei den Harnkanälchen.

4) Endlich sind auch Gründe vorhanden, dass den Capillaren des Blutes, welche schlingenförmig in die Capseln der Harnkanälchen hineinhängen, eine Ausscheidung von Bestandtheilen des Blutes unabhängig von Zellen anvertraut ist, gleich wie diese Schlingen auch in der Placenta als aufnehmende auftreten.

Die Eigenthümlichkeit und Verschiedenheit der Absonderungen hängt von keinem äusserlichen und mechanischen Grunde ab. Man hat sie in der verschiedenen Schnelligkeit des Blutlaufs in verschiedenen Organen gesucht und diese verschiedene Schnelligkeit wäre selbst wieder zu beweisen. Man hat sie in dem verschiedenen Zustande der Blutgefässe und ihren Theilungswinkeln gesehen, aber die Blutgefässe verhalten sich in den meisten Organen uniform, es sind netzförmige oder schlingenförmige Capillaren. Man hat die Ursachen in der Verschiedenheit der Enden der Arterien gesucht, aber diese Enden existiren nicht; in dem verschiedenen Durchmesser der aufnehmenden Kanäle, und dennoch geschehen die verschiedensten und eigenthümlichsten Absonderungen auf ebenen Häuten. Alle diese Dinge, womit Haller sich viel zu lange aufgehalten hat, geben keine Erklärung, wenn sie auch stattfänden; sie sind unzureichende und unerwiesene Beweismittel. Und wie leicht waren alle diese mechanischen Difficultäten abzufertigen durch die einzige Frage: warum wird hier Gehirn, dort Muskel, dort Knochen gebildet; entsteht etwa das Gehirn auch durch verschiedene Winkel der Gefässvertheilung?

Die Eigenthümlichkeit der Absonderungen hängt auch nicht von dem innern Bau der Drüsen ab; denn jedes Secret wird in der Thierwelt bei dem verschiedensten Bau abgesondert, wie ich wohl zur Genüge erwiesen habe. Man denke an die Speicheldrüsen der Vögel und der Säugethiere, an die Leber der Krebse, Mollusken, Wirbelthiere, an die ausserordentliche Verschiedenheit in dem Bau der Hoden, in dem Bau der Thränendrüse bei den Schildkröten, Vögeln und Säugethieren. Ueberdiess haben die verschiedensten Absonderungen bei gleichem Bau der Drüsen

statt. Die Rindenkanäle der Nieren unterscheiden sich von den Samenkanälen nur durch ihre grössere Feinheit. Milchdrüsen, Speicheldrüsen, Thränendrüsen haben eine durchaus gleiche Beschaffenheit.

Die Natur der Absonderung hängt daher allein von der eigenthümlichen specifisch belebten organischen Substanz ab, welche die inneren absondernden Kanäle der Drüsen bildet, und welche sich gleich bleiben kann bei der verschiedensten Architektonik der Drüsenkanäle, und ausserordentlich verschieden ist bei gleichem Bau der letztern. Die Verschiedenheit der Absonderung beruht daher auf demselben Grunde, wie die Verschiedenheit der Bildung und des Lebens in den Organen überhaupt. Der einzige Unterschied liegt nur darin, dass das verwandelte Blut in dem einen Fall dem Organe einverleibt wird, in dem zweiten aber über die Grenze desselben als Secret hinaustritt.

In der neuern Zeit hat sich von Seiten mehrerer Chemiker, namentlich durch Chevreul, die Ansicht geltend gemacht, dass alle Absonderungen ohne Umwandlung geschehen und dass das Blut alle Stoffe, welche sich in den Secreten vorfinden, bereits enthalte, dass dagegen den Secretionsorganen das Vermögen zukomme, vorzugsweise bald den einen, bald den andern aus dem Blute auszuziehen und in ihr Secret zu übertragen. Hierfür spricht, nach Gmelin, dass die Salze des Blutes und der Secrete ungefähr dieselben sind, und dass man im Blute bereits auch viele von denjenigen Stoffen gefunden hat, von welchen man früher glaubte, dass sie nur in den Secreten vorkommen, wie Speichelstoff, Käsestoff, Gallenfett, Talg, Oel, Oelsäure. Dennoch aber scheint mir jene Ansicht in dieser Ausdehnung unrichtig. Weder Schleim, noch Gallenstoff, noch Samen, und die giftigen Secreta finden sich im Blute. Dass nach der Exstirpation der Leber bei Fröschen keine Galle im Blute gefunden werde, ist schon oben p. 132 angeführt. Es erleidet gar keinen Zweifel, dass die wahren Secreta durch die Secretionsorgane selbst eben so aus einfacheren Bestandtheilen des Blutes gebildet werden, wie es von den festen Theilen gewiss ist.

Der chemische Process ist in den Absonderungsorganen ein doppelter, einmal der Ernährung der absondernden Organtheile, Bildung neuer Zellen und Wachsthum derselben, zum andern, Bildung eines den Zellenwänden und Drüsenkanälen heterologen Produktes, welches in mehreren Fällen zuerst im Innern geschlossener Zellen erscheint, in andern von den Wänden der Drüsenkanäle als Aequivalenten von Zellen gebildet und in die Höhlung der Kanäle ausgeschieden wird. In beiden Fällen ist das Secernens von dem Secretum chemisch verschieden. Die Drüsensubstanz besteht in der Regel in einem ungeronnenen, nach der Zerkleinerung leicht von Wasser löslichen, Eiweiss. Berzelius fand bei Untersuchung der Nierensubstanz nicht die charakteristischen Bestandtheile des Harns; *Thierchemie* 319. Die Substanz der Leber enthält zwar fette, auch in der Galle vorkommende Bestandtheile, und verwandelt sich leicht krankhaft in Fett, aber die wesentlichen Bestandtheile der Galle hat man darin noch nicht gefunden.

Braconnot (*Ann. de chim. et phys.* 10. 189) fand in 81 Proc. löslichen Theilen der Leber 6 stickstoffarme Materie, 20 Eiweiss, 4 eigenthümliches ölartiges, sehr phosphorhaltiges Fett. Kuehn (Kastner's *Archiv* 13. 337) hat aus der Leber ein Fett ausgezogen, das sich bestimmt von Cholesterin unterschied. Dann ist auch noch zu bemerken, dass es fast unmöglich ist, eine von Galle reine Lebersubstanz zu untersuchen. Durch den Antheil der Zellen an der Secretion, welche in manchen Secretionsorganen in ihrem Innern das Secret zuerst erzeugen, wird die Wahrheit des Satzes nicht verändert, dass das Secretum von dem Secernens verschieden sei. Denn in vielen Fällen und vielleicht immer ist der Zelleninhalt der Zellenmembran heterolog. Wir dürfen nur an die Fettzellen erinnern.

Es ist also gewiss, dass die Secretion durch eine blosse Verflüssigung der schon vorhandenen Organtheile der Secretionsorgane nicht erklärt werden kann, dass vielmehr die secernirenden Wände, indem sie durch Ernährung Aehnliches anziehen, zugleich auch ein Verschiedenes abscheiden.

Bei der Ernährung anderer, nicht secernirender Organe, werden aus einem Theilchen Blut *a* durch das Organ die ähnlichen Bestandtheile angezogen, die unähnlichen in den Kreislauf zurückgegeben; bei der Secretion werden unähnliche in Zellen abgelagert oder nach aussen abgestossen.

Man könnte sich nun vorstellen, dass bei der Zerlegung eines Bluttheilchens *a* durch ein Secretionsorgan, die Zerlegung so vollständig und rein wäre, dass das, was an das Organ zur Ernährung übergeht, und das, was abgesondert wird, zusammengedacht, wieder Blut ausmachte? Drückt man ein Theilchen Blut durch *a*, ein Molecul der Materie des Secretionsorganes durch *x* aus, so wäre das Secret nach dieser Vorstellung $a - x$.

Diese Ansicht, welche ich in der ersten Auflage dieses Werkes mit Zweifel aufstellte, ist von Mehreren angenommen worden, ohne dass sie deswegen wahrscheinlicher geworden wäre.

Dass das Secret in dem Laufe durch die feinen, und oft sehr langen Drüsenkanälchen noch weiter ausgebildet werde, lässt sich eher vermuthen als beweisen. Von den Harnkanälchen ist es wahrscheinlich, weil ein eigener Apparat zur Ausscheidung schon in den Enden der Harnkanälchen oder ihren Capseln vorhanden ist.

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Absonderungsflüssigkeiten ist bis jetzt für die Physiologie der Absonderung im Allgemeinen von wenig Interesse und nur für die Lehre von den Functionen, in welche die Secreta eingreifen, von Wichtigkeit; daher die Secreta unter den verschiedenen Abschnitten nachzusehen sind. Die allgemeiner vorkommenden Secreta sind bei den absondernden Häuten abgehandelt; als: Fett, Schleim, Serosität, Synovia; dagegen werden Galle, Speichel, Succus gastricus, pancreaticus bei der Verdauung, Harn und Schweiss bei den Ausscheidungen, Samen, Milch u. s. w. bei der Zeugung abgehandelt.

2. Vom Einfluss der Nerven auf die Absonderung.

Directe Versuche über den Einfluss der Nerven auf die Absonderung sind noch wenige angestellt worden; doch weiss man, dass nach Durchschneidung des Nervus vagus die Absonderung des Magensafts aufhört. Tiedemann und Gmelin, *die Verdauung. I.* 340. Brodie (*Biblioth. de med. britt. Paris* 1814) zeigte durch eine Reihe von Versuchen, dass Arsenik nach Durchschneidung des Nervus vagus und sympathicus nicht die reichliche Absonderung im Magen und Darmkanal hervorbringt, welche man sonst findet. Die Absonderung der Schleimhaut in den Lungen wird ferner nach der Durchschneidung jenes Nerven verändert und daher sind jene schäumig-blutigen Exsudationen abzuleiten.

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Urinabsonderung, welcher im Allgemeinen durch das den Nervenzufällen gewöhnliche Phänomen des wasserhellen, an den gewöhnlichen Bestandtheilen armen Urins erhellt wird, hat Krimer (*Physiol. Untersuchungen*) Versuche angestellt. Derselbe will die Nerven der Nieren durchschnitten und darauf die Absonderung des Urins untersucht haben, in welchem sich der Eiweiss- und Blutfärbestoff in demselben Grade vermehren sollen, wie die eigenthümlichen Bestandtheile des Urins sich vermindern. Nach der Durchschneidung des Rückenmarks in der Rücken- und Lendengegend werde der Urin wasserhell. Die Durchschneidung des sympathischen Nerven am Halse mache den Urin alkalisch und eiweissstoffhaltig; die Wirkung der Voltaischen Säule stelle aber seine normale Beschaffenheit wieder her. Siehe Lund (*Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen* 1825 *pag.* 204), wo die Versuche von Krimer ausgezogen sind. Aehnliche Beobachtungen hat Brachet (*Récherches expériment. sur les fonctions du systéme nerveux ganglionaire. Paris* 1830. *p.* 269.) durch Unterbrechung des Nerveneinflusses in den Nierennerven gemacht. Er durchschnitt die Nierenarterie eines Hundes, nachdem er sie vorher vor und hinter der Durchschnittsstelle zwei Mal unterbunden, und verband die beiden Stücke der Nierenarterie durch eine eingebundene Kanüle, so dass die Nierennerven durchschnitten waren, ohne dass den Nieren der Zufluss des Blutes abgeschnitten war. Die hierauf innerhalb mehrerer Stunden aus dem Ureter aufgefangene Flüssigkeit war roth und theilte sich in fibröses Gerinnsel und Serum. Die Wiederholung dieses Versuchs gab dieselben Resultate. Dagegen hat die Durchschneidung der Nervi vagi keinen Einfluss auf die Urinsecretion.

Ich habe mit Dr. Peipers über diesen Gegenstand eine Reihe von Versuchen angestellt. Peipers *de nervorum in secretiones actione. Berol.* 1834. Wir unterbanden die Nierengefässe mit Ausschluss des Harnleiters bei Thieren (Schafen und Hunden) so fest, dass die damit einbegriffenen Nierennerven (wie die Nerven gewöhnlich durch die Ligatur) mortificirt werden mussten. Darauf lösten wir die Ligatur wieder, so dass die Circulation des Blutes wieder durch die Nieren stattfand. Der

Harnleiter wurde nach aussen geleitet und ihm ein Röhrchen angebunden. In den meisten Fällen wurde darauf gar kein Harn mehr abgesondert, selbst in dem Fall nicht, nachdem dieselbe Operation auch an der zweiten Niere eines Schafes gemacht worden, wo man aber die Ligatur, um die Absonderung auf dieser Seite unmöglich zu machen, liegen liess. Nur in einem einzigen Falle (Schaf) dauerte die Absonderung fort, wurde blutig und Hr. Wittstock fand in dem Secret, ausser den Bestandtheilen des Blutes, Hippursäure (Harnbenzoesäure). Merkwürdig war die in diesen oft wiederholten Versuchen sich immer einstellende Erweichung des Gewebes der Nieren nach jener Mortification der Nerven. Valentin (*de functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici. Bernae* 1839. p. 149) fand die Nieren in diesen Fällen nicht erweicht, sondern nur etwas schlaff.

Der Einfluss der Nerven kann nun bei jeder Drüse entweder verschieden und eigenthümlich seyn, oder er ist, was wahrscheinlicher ist, bei allen Drüsen gleich, und es bedarf zur Belebung durch ihn bloss, dass die specifische Drüsensubstanz chemisch wirksam wird. Auch die täglichen Lebenserfahrungen geben vielfältige Beweise von dem Einflusse der Nerven auf die Absonderung. Man weiss, dass Minderung des Nerveneinflusses in dem Froststadium der Fieber alle Absonderungen nicht bloss vermindert, sondern sie auch arm an ihren natürlichen Bestandtheilen macht, und dass sich diese mit dem Wiedereintritt des Turgors auch wieder einstellen. Man weiss, dass die Trockenheit der Schleimhäute und der Haut oft Zeichen eines verminderten Einflusses der Nerven in den akuten Krankheiten sind. Hierzu kommen die häufigen Erfahrungen über den Einfluss der Leidenschaften auf die Absonderung, z. B. der Thränen, der Galle, der Milch, ja selbst der Gemüthsbewegungen auf die Beschaffenheit der Secretion und des Zustandes der Wunden. Vgl. oben pag. 297. Man hat sogar behauptet, dass die Gegenwart des Füllens auf die Milchsecretion der Mutter Einfluss habe. Ohne auf die Erzählungen von der giftigen Wirkung des Speichels nach Bissen von gereizten Thieren irgend einen Werth zu legen, da die Erscheinungen im Allgemeinen vielleicht nur die der Bisswunden überhaupt sind, so ist doch die Thatsache bekannt genug und unzweifelhaft, dass nicht allein durch die Gegenwart der Speisen im Munde die Secretion des Speichels vermehrt wird, sondern dass auch die Vorstellung leckerer Speisen die Secretion des Speichels bethätigt. Wäre es möglich, den Einfluss der Nerven eines absondernden Organes ganz aufzuheben, so würde man vielleicht wie nach Durchschneidung des Nervus vagus in Hinsicht des Magensaftes, immer finden, dass die Bildung der specifischen Secrete durch den mangelnden Nerveneinfluss gänzlich aufgehoben wird. Ich bin weit entfernt zu glauben, dass die von dem Leben abhängende chemische Wirksamkeit der Drüsensubstanz nicht einen eben so grossen Einfluss auf die Secretion der Drüsen habe; aber diese chemische Wirksamkeit der Drüsensubstanz, welche in verschiedenen Drüsen ver-

schieden ist, kann sich wahrscheinlich nur unter dem Einflusse der Nerven unterhalten.

Sowohl die Cerebrospinalnerven als die sympathischen Nerven scheinen zur Regulation der Absonderung fähig zu seyn. Bekannt ist die Verzweigung des Lingualis in der Submaxillardrüse und Sublingualdrüse, des Nervus glossopharyngeus in den Tonsillen, eines Zweiges des Nervus tibialis in der Kapsel des Kniegelenks. Am merkwürdigsten ist das Factum, dass die Milchdrüse des Weibes ihre Nerven nicht vom Sympathicus direct, sondern wie ich sehe, nur vom dritten und vierten Brustnerven erhält. Indessen werden auch die Cerebrospinalnerven von Fasern des Sympathicus begleitet, wie wenigstens Retzius vom zweiten Aste des N. trigeminus bei Thieren gezeigt hat, und wie bei den Thieren an den vielen grauen Nerven zu sehen ist, welche vom Ganglion oticum über den Nervus buccinatorius hingehen. Vergl. Bidder und Volkmann *die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipz.* 1842.

Nach halbseitigen Lähmungen des Gehirns- und Rückenmarks ist die Absonderung der Haut auf der leidenden Seite bald verändert, bald nicht verändert.

3. Von den Veränderungen der Absonderung.

Die Absonderung kann von örtlichen sowohl, als allgemeinen Ursachen verändert werden.

Der Zustand eines absondernden Organes modificirt nicht bloss die Quantität, sondern auch die Qualität der Absonderung; der Schleim ist in den verschiedenen Stadien des Schnupfens verschieden, anfangs wässrig und salzig, später consistent; endlich hebt die Entzündung in der Regel in jedem Absonderungsorgane die specifische Absonderung, wie in jedem Organe die Function auf. In Beziehung auf Reiz verhalten sich die Absonderungsorgane eigenthümlich; derselbe vermehrt anfangs die Absonderung. Dieser Zustand vermindert sich in demselben Grade, als die Reizung in Entzündung übergeht. Im erschlafften Zustande der Absonderungsorgane mit Auflockerung, vermehren die Absonderungen sich in der Regel, wo jedoch das Secret an Consistenz verliert. Im erschlafften Zustande mit Verdichtung des Gewebes des Absonderungsorgans wird die Absonderung vermindert. Diess wiederholt sich in allen Absonderungsorganen, in den Schleimhäuten der Nase, der Conjunctiva, auf der äussern Haut. Alles dieses beobachtet man an den natürlichen wie krankhaften Absonderungen auf gleiche Art; das gereizte Geschwür sondert reichlichen Eiter ab; die Verstärkung des entzündeten Zustandes hebt die Absonderung auf; das erschlaffte Geschwür mit aufgelockerten Wänden sondert reichliche wässrige Secrete ab, das erschlaffte Geschwür mit verdichtetem Gewebe von Entzündungsprodukten sondert sparsam ab.

Der aufgehobene Nerveneinfluss vermindert die natürlichen Bestandtheile eines Absonderungsorganes; der Harn wird in Ner-

venzufällen wasserhell, die Haut in Fiebern mit geschwächtem Einfluss des Nervensystems trocken, ebenso im Froststadium des Fiebers. Aber räthselhaft ist, dass eine viel stärkere Entziehung des Nerveneinflusses, wie in der Ohnmacht die Absonderung so ungemein vermehren kann, wie beim kalten Schweiss, bei der Diarrhoe von Schrecken, Angst. Die qualitativen Veränderungen der Secreta durch veränderten Nerveneinfluss, kennt man mehr aus den schädlichen Wirkungen dieser Secreta, wie der Milch, der Galle nach Leidenschaften, als aus chemischen Untersuchungen.

Dadurch, dass alle Absonderungen durch die Entziehung gewisser Bestandtheile des Bluts auf die Mischung desselben wirken, kann eine Absonderung aus demselben nicht verändert werden, ohne dass das Gleichgewicht, welches die verschiedenen Absonderungen gegen einander in Hinsicht ihrer Wirkung auf das Blut hatten, gestört wird; daher die Vermehrung einer Absonderung die Verminderung einer anderen zur Folge hat, was man den Antagonismus der Secretionen nennt. Auf dem Princip dieses Antagonismus beruht die Hervorrufung mancher künstlichen Secretionen um andere krankhafte aufzuheben. Hierbei finden folgende Gesetze statt.

1. Die Vermehrung einer Absonderung in einem Gewebe *A*, welches weniger reizbar als das Organ *B* ist, kann in dem Organe *B* die Absonderung nicht antagonistisch vermindern, daher z. B. künstlich erregte Absonderungen in der Haut, wie durch Blasenpflaster, in der Nähe des Auges, bei Augenentzündungen, fruchtlos sind, weil das Auge reizbarer als die Haut selbst ist.

2. Die Vermehrung einer Absonderung in einem gewissen Gewebe *A* kann nicht vermindert werden durch Hervorrufung derselben Absonderung in einem anderen Theile des Gewebes *A*, im Gegentheil wird die Absonderung in allen Theilen desselben Gewebes eher verstärkt als vermindert, weil die verschiedenen Theile eines Gewebes nicht in einem antagonistischen, sondern in einem sympathischen Verhältnisse stehen. Man kann also eine Blennorrhoe der Genitalien oder Harnwerkzeuge durch eine künstlich erregte Diarrhoe nicht antagonistisch heilen.

3. Dagegen stehen diejenigen Gewebe oft in einem antagonistischen Verhältnisse der Absonderung, welche nicht zu derselben Klasse der Gewebe gehören. So bewirkt die Vermehrung der Absonderung durch die Haut eine Verminderung der wässrigen Absonderung durch die Nieren. Im Sommer ist die Hautausdünstung stärker und die Nierenabsonderung verhältnissmässig geringer; im Winter findet das umgekehrte Verhältniss statt. Bei der Ablagerung wässriger Flüssigkeiten im Zellgewebe und in den serösen Häuten ist die äussere Haut trocken und der Urin sparsam, und der Fluss des Urins steht in geradem Verhältnisse mit der Abnahme der wassersüchtigen Anschwellung. Durch Unterdrückung der Hautausdünstung, durch Erkältung, entstehen Blennorrhoeen der Schleimhäute, in den Lungen und im Darmkanal.

4. Nur am Ende der colliquativen Krankheiten beschränken sich die Absonderungen nicht gegenseitig mehr, sondern alle werden zuletzt durch Erschlaffung der Gewebe vermehrt, so dass

durch den sogenannten colliquativen Zustand, colliquative Diarrhoeen, Schweisse und Wasserergiessungen vor dem Tode bei den Phthisikern entstehen.

5. Gewebe, welche gegen einander in Antagonismus treten, werden bestimmt theils dadurch, dass sie einigermassen ähnliche Flüssigkeiten im natürlichen Zustande absondern, gleichwie die Verminderung der Wasserausscheidung durch die Nieren auf die Vermehrung der Wasserausscheidung durch die Haut wirken muss; oder das antagonistisch erregte Absonderungsorgan war ohnehin schon zu krankhafter Thätigkeit prädisponirt. So bewirkt die Erkältung bei demjenigen eine Affection der Schleimhaut der Lungen, welcher zu dieser schon vorher disponirt war, bei Anderen aber aus denselben Gründen leichter eine Veränderung der Schleimabsonderung im Darmkanal. Vgl. Heusinger, *über den Antagonismus der Excretionen;* desselben *Zeitschrift für organ. Physik. Bd. I.*

Zuweilen bewirkt die Unterdrückung der Absonderung an einem Orte das Erscheinen desselben Fluidums an einem anderen Orte. Dieses geschieht vorzüglich leicht bei denjenigen Absonderungsflüssigkeiten, welche als solche schon im Blute vorhanden sind. Vicarirende Blutungen für die Menstruation lassen sich nicht läugnen, und die Unmöglichkeit, den im Blute bereits vorhandenen Harnstoff (siehe pag. 130) durch gänzlich zerstörte Nieren mit dem Harne abzusondern, muss mit Harnstoff geschwängerte Ausscheidungen in allen übrigen Theilen des Körpers zur Folge haben können. Nysten (*Recherches de chimie et de physiologie pathol. Paris* 1811. *pag.* 263—293) hat die Existenz von Harnstoff in bei gänzlicher Harnverhaltung ausgebrochenen Flüssigkeiten constatirt, an der Ablagerung harnsauren Natrons in den Gichtknoten ist kein Zweifel und Marchand hat den Harnstoff in hydropischen Flüssigkeiten nachgewiesen (Mueller's *Arch.* 1837. 440).

Ist aber ein Absonderungsstoff als solcher nicht schon im Blute vorhanden, so kann die Unterdrückung dieser Absonderung in dem dazu bestimmten Apparat nicht dieselbe Absonderung in anderen Theilen metastatisch verursachen, und was man auch hiefür angeführt hat, beruht auf schlechten Gründen.

Nach verhaltener Aussonderung der Galle kann zwar die schon einmal abgesonderte Galle resorbirt ins Blut gelangen und von dort aus in anderen Theilen sich ablagern. Diess ist aber ein ganz anderer Fall, der keine Aehnlichkeit mit demjenigen hat, wo ein Absonderungsorgan ganz entfernt wird; hier ist kein Apparat mehr dazu vorhanden, wie nach Exstirpation des Hoden die Bildung des Samens unmöglich wird. Die oft wiederholte Lehre von der Möglichkeit, dass alle specifischen Absonderungen selbst nach Zerstörung ihrer Absonderungsorgane aus dem Blute sich wiedererzeugen können, hat gar keine thatsächliche Basis; denn alle dafür angeführten Gründe sind bloss von denjenigen Fällen hergenommen, wo die Absonderung in dem ursprünglichen Organ nicht aufgehoben, sondern die Weiterförderung des Secretes durch mechanische Hindernisse gehemmt war, oder wo der

Absonderungsstoff als solcher im Blute schon vorhanden war, wie es vom Harnstoff nach PREVOST und DUMAS Untersuchungen bekannt ist. Die einzige Absonderung, deren Bestandtheile im Blut nicht als solche vorhanden sind, welche sich aber immer und an allen Orten wiedererzeugen kann, indem sich mit der Entzündung das Organ dazu von neuem bildet, ist die Eiterung.

In allen Fällen, wo nach gänzlicher Unterdrückung einer Absonderung eine antagonistische entsteht, zu der der Stoff nicht als solcher aus dem Blut genommen werden kann, ist die antagonistische Absonderung auch durchaus von der ursprünglichen verschieden, und hat nur so viel Aehnlichkeit mit der ersten, als die näheren Bestandtheile der Absonderung des zweiten Organes es zulassen. Wahre Milchversetzungen giebt es z. B. nicht; AUTENRIETH bemerkte schon, dass dergleichen Versetzungen durch Mangel an den wesentlichen Bestandtheilen der Milch, nämlich des Milchzuckers und der Butter, sich unterscheiden. Diese Ausscheidungen bestehen vielmehr nur aus den näheren Bestandtheilen des Bluts, welche zur Umwandlung von Blut in Milch hätten verwandt werden können, z. B. Eiweiss. Ueber die Unstatthaftigkeit der Eitermetastasen und die Missverständnisse, welche durch Unkenntniss der hierbei stattfindenden pathologischen Vorgänge entstehen, habe ich schon pag. 213. gehandelt.

Die Drüsenkanälchen scheiden das Secret immer nach innen ab, nur in seltenen Fällen scheint die neugebildete Materie sogleich auch weiter und ins Blut zu gelangen, wie bei der nach Gemüthsbewegungen entstehenden Form der Gelbsucht.

4. Von der Ausführung der Secreta.

Die Ausführungsgänge der Drüsen enthalten in ihrem Innern eine Schleimhaut, welche äusserlich mit einer äusserst dünnen Schicht von muskulösem Gewebe umlagert ist. Von den meisten Ausführungsgängen weiss man, dass sie auf Reize sich zusammenziehen können. So hat RUDOLPHI schon die Zusammenziehungsfähigkeit des Ductus choledochus der Vögel beobachtet. Ich habe dieses Phänomen öfter gesehen, wenn ich bei einem eben getödteten Vogel den Ductus choledochus mechanisch oder galvanisch reizte; die darauf erfolgende Zusammenziehung des Ganges ist ungemein stark und dauert Minuten lang, worauf sich der Gang wieder, wie vorher, erweitert. Auf gleiche Art habe ich bei Kaninchen sowohl als bei Vögeln an den Ureteren auf starken galvanischen Reiz örtliche starke Zusammenziehungen eintreten gesehen. So hat TIEDEMANN Bewegungen an dem Ductus deferens des Pferdes auf angebrachten Reiz beobachtet. TIEDEMANN, *über die Wege, auf welchen u. s. w. p.* 22. Es scheint sogar, dass periodische wurmförmige Bewegungen an diesen Ausführungsgängen stattfinden, wenigstens gilt dieses von dem Ductus choledochus der Vögel; denn an diesem habe ich bei einem eben getödteten Vogel regelmässig in Pausen von mehreren Minuten Zusammenziehungen beobachtet, worauf jedesmal der Gang

sich wieder erweiterte. Diese Zusammenziehungen fanden in jenem Fall merkwürdiger Weise aufsteigend statt, nämlich vom Darmkanal gegen die Leber hin, und werfen ein Licht auf die Art, wie die Galle zu gewissen Zeiten, statt durch den D. choledochus auszufliessen, vielmehr zurückgehalten und in das Divertikel des Gallengangs, nämlich die Gallenblase, getrieben wird, wozu denn auch noch die vollkommne Verschliessung der Mündung des Ductus choledochus beitragen mag. Nach den Versuchen von MEYER besitzt auch die Gallenblase Contractilität gegen electrischen Reiz. Ebenderselbe hat eine anatomische Untersuchung über die Muskelhaut der Ausführungsgänge geliefert. G. H. MEYER *de musculis in ductibus efferentibus glandularum. Berol.* 1837.

Die Beschaffenheit der inneren Haut der Ausführungsgänge und die Contractilität ihrer mittlern Haut beweist offenbar, dass diese Gänge blosse Ausstülpungen der Schläuche sind, in welche sie führen, wie der Ductus choledochus und pancreaticus aus denselben Schichten bestehend, Fortsetzungen der Häute des Duodenums sind.

Ob die feineren Elementartheile der Drüsen, z. B. die Harnkanälchen, Samenkanälchen, welche keine Muskelhaut besitzen, einige Contractilität besitzen, ist noch unbekannt. Eine Beobachtung von ASCHERSON über spontane Bewegungen an den Hautdrüsen der Frösche, die er unter dem Mikroskop wahrgenommen, verdient in dieser Hinsicht besondere Beachtung. S. MUELLER's *Arch.* 1840. 15.

Von der Contractilität der Ausführungsgänge hängt die oft plötzliche Ausscheidung des Speichels und der Thränen ab. Diese Wirkung der Nerven auf die musculösen Kanäle ist von der durch Nervenreiz vermehrten Absonderung selbst, beim längeren Weinen, beim sympathischen Speichelfluss u. a. zu unterscheiden. Die Ausführungsgänge müssen endlich, gleich allen musculösen Gebilden auch dem Krampfe krankhafter Weise ausgesetzt seyn.

In seltenen Fällen ist die Bewegung der Secreta auch durch Wimperbewegung innerhalb der Drüsengänge unterstützt, so in den Gallengängen der Mollusken und in der Niere der Schnecken nach PURKINJE und VALENTIN (*de phaenomeno generali motus vibratorii cet. Vratisl.* 1835.) in der Leber des Branchiostoma nach den Beobachtungen von RETZIUS und mir (S. oben 353.) und in den Harnkanälchen der Nieren der Wirbelthiere an der Stelle, wo die Capseln der Glomeruli in die Harnkanälchen übergehen, nach den Beobachtungen von BOWMAN (S. oben pag. 368).

IV. Abschnitt. Von der Verdauung, Chylification und Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

I. Capitel. Von der Verdauung im Allgemeinen.

Die Nahrung der Thiere sind thierische Substanzen und Vegetabilien; einige leben nur von diesen, andere nur von jenen, andere von beiden zugleich, wie auch der Mensch, der bei bloss animalischer Nahrung so gut wie bei bloss vegetabilischer Nahrung ausdauert, und nach diätetischen Erfahrungen, auch nach seinem gemischten Zahnbau der gemischten Kost bestimmt scheint. Sowohl in der Pflanzennahrung als in der thierischen Kost sind die gewöhnlichen Salze enthalten, welche als nothwendige Bestandtheile des Organismus auch als Nahrungsstoff im relativen Sinne betrachtet werden können. Von blossen mineralischen Stoffen lebt kein Thier; aus Noth oder Vorurtheil, um den Bauch zu füllen, wird zuweilen von Menschen Erde theils allein, theils mit organischen Substanzen genossen, wie von den Otomaken und Guamos am Oronoco, und von den Bewohnern von Neuschottland bekannt. In dem von den Neuschottländern genossenen Steatit hat Vauquelin keine Nahrungsstoffe gefunden. Siehe v. Humboldt's *Reise.* 4. 557. Rudolphi's *Physiol.* 2. 18. Die im Jahr 1832 im Kirchspiel Degernä, an den Grenzen Lapplands wegen Misswachses mit Mehl und Baumrinde vermischte und zu Brot verbackene Erde bestand aus mit organischen Bestandtheilen vermischter Kieselerde. Poggend. *Ann. B.* 29. *p.* 261. Dieses Bergmehl erkannte Retzius aus 19 verschiedenen Formen von Infusorien, d. h. ihren fossilen Resten bestehend.

Im Thier- und Pflanzenreich scheinen alle Stoffe nahrhaft zu seyn, welche einer leichten Auflösung durch thierische Flüssigkeiten fähig sind, welche keine dem Thierstoff eines Thieres zu heterogene Combination der Elemente enthalten, oder welche keine hervorstechenden chemischen Eigenschaften und keine Tendenz haben, sich auf Kosten der lebendigen Verbindungen binär chemisch zu combiniren. Was die letzten Eigenschaften hat, entweder heterogen oder von chemisch eigenthümlichen Affinitäten ist, ist entweder Arzneikörper oder (im relativen Sinne) Gift. *)

*) Dass auch die narkotischen Gifte, welche keine sichtbaren Veränderungen im Organismus und nicht wesentlich Entzündungen bewirken, durch feinere Umwandlung der Materie vergiften, indem sie durch heterogene und chemisch eigenthümliche Stoffe Zersetzungen und binäre Combinationen verursachen, ist mir sehr wahrscheinlich, theils durch ihren Gehalt an vegetabilischen Alkaloiden, theils durch Fontana's Beobachtungen, dass die wirksamsten narkotischen Gifte, Viperngift und Ticunasgift, materielle Umwandlungen bewirken, indem beide zu frischem Blut ausser der Ader gemischt, dessen Gerinnbarkeit verhindern. Viperngift aber, in Wunden lebender Thiere gebracht, das Blut schnell gerinnen macht.

Der Begriff von Gift ist sehr relativ. Schlangengift zersetzt die thierischen Säfte, wenn es ins Blut gebracht wird, scheint dagegen im Darmkanale zersetzt und unschädlich gemacht zu werden. Viperngift wirkt auch in den Wunden der niederen Wirbelthiere, namentlich der Amphibien, bei Fröschen, Blindschleichen nur sehr langsam und bei Schlangen, wie es scheint, oft gar nicht. Doch sind die meisten Narcotica in grösseren Gaben auch für die niederen Thiere tödtlich. Die Blausäure tödtet den Blutegel so gut wie den Menschen; Opium, Nux vomica scheint fast für alle giftig (mit Ausnahme des Vogels Buceros Rhinoceros, der von Krähenaugen leben soll).

Manche nicht gerade giftige Stoffe, sind, wenngleich stickstoffhaltig, doch keine Nahrungsmittel, wie die organischen Basen: Caffein, Asparagin, Piperin u. a. von eigenthümlichen Wirkungen auf die belebten Theile.

Andere zeichnen sich durch ihren übergrossen Gehalt an Stickstoff aus, wie Harnsäure und Harnstoff und sind schon deswegen der Nahrung heterolog.

Unter den stickstofflosen Substanzen sind zur Nahrung untauglich: Weingeist, Aether, die ätherischen Oele, die Harze, die Farbstoffe, der Exstractivstoff der Pflanzen u. a.

Unverdaulich und unlöslich sind endlich die Pflanzenfaser, die Hülsen der Samen, die Haare, Federn, Klauen, Schuppen, Insektenschalen, überhaupt aller Hornstoff, wenigstens für die Verdauungskräfte der meisten Thiere, dahingegen Haare und Federn von dem Magen der Motten verdaut werden. Auch das elastische Gewebe ist wenig verdaulich.

Stickstoffhaltige Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreich.

1. Das Pflanzeneiweiss, in dem Safte der Pflanzen, (Milch des Milchbaums) in emulsiven Samen, in Wasser löslich.

2. Der Kleber, in den Samen der Getreidearten, im Kleber des Weizens mit Pflanzenleim, in Wasser unlöslich, dem thierischen Fibrin analog.

3. Der Pflanzenleim, vom Kleber trennbar durch Kochen in Alkohol, in welchem es sich auflöst.

4. Das Pflanzencasein, in den Hülsenfrüchten: Bohnen, Linsen, Erbsen, in den öligen Samen mit Eiweiss, in Wasser löslich.

Stickstofflose Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreich.

1. Das Stärkmehl (*Amylum*) in den Samen der Gräser, der Hülsenfrüchte, in den Knollen der Kartoffeln, in der Sagopalme, im Lichen islandicus u. a., in Wasser unlöslich.

2. Dextrin, Stärkegummi aus Stärke durch Kochen in Wasser auflöslich.

3. Der Zucker im Safte vieler Pflanzen, auch ihrer Früchte.

4. Gummi, Pflanzenschleim, in Wurzeln und Samen, in Wasser löslich.

5. Das fette Pflanzenöl im Samen und einigen Wurzelknollen.

6. Das Fungin in den Schwämmen, mit einer stickstoffhaltigen Materie, in Wasser unlöslich.

7. Die säuerlichen Säfte vieler Pflanzen und Früchte, auch Milchsäure des Sauerkrauts.

Stickstoffhaltige Stoffe aus dem Thierreich.

1. Der Leim, *Colla*, in den Sehnen, Knochen, in der äussern Haut, im Zellgewebe und Chondrin in den Knorpeln. S. oben p. 122.

2. Das Eiweiss, *Albumen*, in den Eiern, Gehirn und Nerven, Drüsen, im Blute. S. oben p. 118.

3. Der Faserstoff, *Fibrina*, im Fleisch und Blut. S. oben p. 117.

4. Das Blutroth, *Haematin*. S. oben p. 111.

5. Der Käsestoff, *Caseïn*, in der Milch, im Käse, auch im Blute. S. oben p. 116 und II. Band p. 763.

6. Das Fleischextract, *Osmazom*. S. oben p. 119.

Stickstofflose Stoffe aus dem Thierreich.

1. Das thierische Oel und Fett. S. oben p. 121.

2. Der Milchzucker, in der Milch. S. II. Band. p. 763.

3. Die Milchsäure in der sauren Milch, in den Muskeln und vielen anderen Theilen des thierischen Körpers.

Ausführlichere Belehrung über die Nahrungsmittel findet sich in Tiedemann's *Physiologie. 3. Bd. Darmstadt* 1836.

Der letzte Zweck der Verdauung ist 1. die Auflösung der Nahrung, weil nur Aufgelöstes fähig ist zur Aufnahme in resorbirende Gefässe, und 2. eine Reduction dieser verschiedenen Bestandtheile in das einfachste Material der thierischen Processe, in Eiweiss, welches sich in dem verdauten Speisesafte theils aufgelöst, theils in Kügelchen enthalten zeigt. Die Verdauung hat also zum Wesen, dass sie nicht allein die Stoffe auflöst, sondern dass sie alle eigenthümlichen Qualitäten, welche den organischen Stoffen von ihren Quellen noch zukommen, tilgt, dass sie die Nahrungsstoffe auflöst und Alles in Eiweiss verwandelt. Hierzu sind ausser der mechanischen Zertrümmerung chemische Einflüsse, Verdauungssäfte nöthig. Diejenigen Substanzen sind nun am leichtverdaulichsten und nahrhaftesten, welche am löslichsten und bei welchen die Reduction in Eiweiss am leichtesten, oder welche selbst eiweisshaltig sind; und so ist das Eiweiss der Nahrungsstoff selbst, aus welchem der Embryo unmittelbar assimilirt und der keiner vorbereitenden Verdauung bedarf. Alles wird aber unverdaulich seyn, welches wegen seiner unauflöslichen Beschaffenheit (wie Holzfasern, Hülsen) keinen Nahrungsstoff abgeben kann, oder selbst eine chemische Qualität geltend macht, welche die im Organismus von der organischen Kraft im Gleichgewicht gehaltene Tendenz der Elemente, binäre Verbindungen einzugehen, entfesselt.

Man muss übrigens zwischen leicht verdaulichen und nährenden Stoffen unterscheiden. Ein Stoff kann durch seine leichte Auflöslichkeit in einer Hinsicht leicht verdaulich, aber doch wenig nährend seyn, weil er durch seine Zusammensetzung weniger leicht in Eiweiss verwandelt werden kann. Andere Stoffe, die an sich, einmal aufgelöst, wohl nährend sind, können durch ihre schwere Auflöslichkeit für schwache Verdauungskräfte schwer verdaulich seyn. Zu einer guten Nahrung gehört also nicht allein leichte Auflöslichkeit, sondern auch nährende Beschaffenheit. Je entfernter eine Substanz in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem Eiweiss ist, um so weniger ist sie nährend, und um so grössern Aufwand der Verdauungskräfte nimmt sie zu ihrer Verwandlung in Anspruch.

Käme es bei der Verdauung bloss auf die Auflösung an und enthielten alle Nahrungsstoffe eine gewisse Menge eines und desselben Nutrimentes, das keiner weitern chemischen Veränderung bedarf, so könnte die Verdaulichkeit darnach bestimmt werden, wie leicht ein Stoff auflöslich ist, wie viel Nutriment von dem Darmkanal aus ihm ausgezogen werden kann und wie leicht diese Ausziehung des Nutrimentes aus den übrigen Beimischungen ist. Dieser unrichtige Begriff von Nahrungsstoff liegt dem Hippokratischen Satz oder wenigstens einer gewissen Deutung desselben zu Grunde, dass es verschiedene Arten der Alimente, aber nur ein Alimentum gebe. Die in Eiweiss zu verwandelnden Stoffe enthalten aber zum Theil kein präformirtes Eiweiss in sich. Auf den Sennhütten der Alpen leben die Menschen den ganzen Sommer über von Milch, Käse und Brod. Hier ist der dem Eiweiss zunächst verwandte Nahrungsstoff der Käsestoff; der Käsestoff muss in Eiweiss, bei einer auf Fleisch und Brod beschränkten Nahrung der Faserstoff in Eiweiss umgewandelt werden. Das Alimentum entsteht daher erst durch die Verdauung, indem die in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem Eiweiss verschiedenen Nahrungsstoffe erst in die Zusammensetzung des Alimentum umgewandelt werden müssen.

Der Hippokratische Satz behält aber einen guten und tiefern Sinn, wenn man ihn dahin beschränkt, dass alle Alimente das eine vorzugsweise Alimentum entweder selbst oder Stoffe enthalten müssen, die ihm sehr verwandt sind, wie die verschiedenen Proteïnverbindungen geringe Variationen eines Grundthemas sind. Wenn ein Mensch oder Thier sich erhalten soll, so müssen seine Nahrungsstoffe wenigstens Eiweiss oder Faserstoff oder Käsestoff enthalten. Das in ihnen enthaltene Proteïn ist nach Mulder ganz von gleicher elementarer Zusammensetzung. S. oben p. 111. Es ist gleich zusammengesetzt, mögen diese Stoffe aus dem vegetabilischen oder animalischen Reiche herrühren, wie die Untersuchungen von Mulder, Liebig, Dumas beweisen. Liebig und in gleicher Weise Dumas lehren daher, dass die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe im Wesentlichen unverändert aus den Pflanzen in die pflanzenfressenden Thiere übergehen, und dass keine dieser Verbindungen in den Thieren erst erzeugt werde, welche Fähigkeit nur den Pflanzen zukömmt. Liebig *Ann. d. Chem. u.*

Pharm. 39. *B.* Desselben organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig. 1842. Vgl. Dumas *in l'Institut* 1842. *N.* 466.

Der Leim ist mit anderen Nahrungsmitteln genossen eine nahrhafte Substanz, allein genossen scheint er auf die Dauer nicht zu nähren, doch lebten Hunde von Kalbsfüssen einen ganzen Monat wohlbehalten. Magendie, *rapport au nom de la commission dite de la gelatine. Paris* 1841. Die Motten leben ohne Eiweiss, Faserstoff, Caseïn von blossem Horn der Haare und Federn.

Einige Schriftsteller haben für eine Quelle des Stickstoffs in den thierischen Körpern das Athmen aus der Atmosphäre gehalten, andere haben angenommen, dass sich Stickstoff in Thieren aus anderen Elementen erzeuge. Hierbei stützte man sich auf das Beispiel der pflanzenfressenden Thiere, die sich von stickstofflosen oder stickstoffarmen Stoffen nähren sollen, auf das Beispiel der Neger, welche lange Zeit bloss von Zucker sich nähren. Magendie bemerkt hiergegen, dass fast alle Vegetabilien, von denen sich Thiere und Menschen nähren, mehr oder weniger Stickstoff enthalten, dass der unreine Zucker ziemlich viel Stickstoff enthalte, dass die Völker, die sich mit Reiss, Mais, Kartoffeln nähren, Milch oder Käse hinzufügen. Magendie hat sehr dankenswerthe Versuche über die Nahrung von Thieren (Hunden) aus blossen stickstofflosen Mitteln, wie raffinirtem Zucker, mit destillirtem Wasser, gemacht. Die ersten 7—8 Tage waren die Thiere munter, frassen und tranken wie gewöhnlich, in der zweiten Woche fingen sie an abzumagern, obgleich der Appetit immer gut war und täglich 6—8 Unzen Zucker verzehrt wurden. Die Abmagerung steigerte sich in der dritten Woche, die Kräfte nahmen ab, die Thiere verloren die Munterkeit und den Appetit. Zu dieser Zeit entwickelte sich auf beiden Augen eine Exulceration der Cornea mit Ausfluss der Augenfeuchtigkeiten — ein Phänomen, was sich bei wiederholten Versuchen bestätigte. Obgleich die Thiere noch täglich 3—4 Unzen Zucker frassen, so wurden sie doch zuletzt so schwach, dass sie zu aller Bewegung unfähig waren, und der Tod erfolgte am 31—34. Tage. (Man muss hierbei erwägen, dass Hunde ohne alle Nahrung fast eben so lange aushalten). Bei der Section fand sich alles Fett verzehrt, die Muskeln waren sehr an Volumen vermindert, Magen und Darmkanal sehr zusammengezogen, Gallenblase und Urinblase ausgedehnt. Chevreul fand den Urin, wie bei den Pflanzenfressern, nicht sauer, sondern alkalisch, aber auch ohne Spur von Harnsäure und Phosphaten. Die Excremente enthielten sehr wenig Stickstoff, dessen sie sonst viel enthalten. Um auszumitteln, ob diese Wirkungen dem Zucker eigenthümlich sind, oder nur von seinem Stickstoffmangel herrühren, fütterte Magendie Hunde mit Olivenöl und Wasser. Während 15 Tagen befanden sie sich wohl. Darauf traten mit Ausnahme der Ulceration der Cornea dieselben Phänomene wie bei den mit Zucker gefütterten ein, und der Tod erfolgte am 36. Tage. Urin, Galle verhielten sich gleichwie in den vorhergehenden Versuchen. Hunde mit

Gummi gefüttert, was mit anderen Mitteln zusammen sehr nahrhaft ist, aber keinen Stickstoff enthält, zeigen dieselben Phänomene. Eine blosse Nahrung von Butter ertrug ein Hund sehr wohl 14 Tage lang, darauf wurde er mager und schwach, und starb am 36. Tage, obgleich er am 32. Tage Fleisch erhalten hatte. Das eine Auge ulcerirte, Urin und Galle verhielten sich wie in den früheren Versuchen. Magendie überzeugte sich durch andere Versuche, dass gleichwohl Zucker, Gummi und Oel verdaut wurden und Chylus bildeten, dass also der Chylus nur keine nährenden Eigenschaften hatte. Magendie *Physiol.* 2. *ed. T.* 2. 486. Meckel's *Archiv.* 3. 311. Diesen Versuchen kann man die Bemerkung hinzufügen, dass in Dänemark Verurtheilung zu Brot und Wasser auf 4 Wochen mit der Todesstrafe gleichgesetzt wird, und dass Stark's Versuche an sich selbst mit Monate langer Zuckerkost seinen Tod bewirkten, nachdem er äusserst schwach und gedunsen, rothe Flecke im Gesicht bekommen hatte, welche drohten in Geschwüre aufzubrechen.

Tiedemann und Gmelin haben Magendie's Versuche bestätigt. Sie fütterten verschiedene Gänse, die eine mit Zucker, die andere mit Gummi, die dritte mit Stärke; alle erhielten zugleich Wasser. Die Gänse nahmen hierbei beständig an Gewicht ab. Die mit Gummi gefütterte starb den 16., die mit Zucker den 22. und die mit Stärke den 24., eine andere den 27. Tag, nachdem sie $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts verloren hatten. Indessen starb eine Gans, die mit gekochtem und zerhacktem Eiweiss gefüttert wurde, trotz der stickstoffreichen Nahrung und des Appetits der Gans, ausgehungert am 46. Tage, nachdem sie fast $\frac{1}{2}$ des Gewichts verloren hatte.

Die stickstofflosen Nahrungsmittel werden wahrscheinlich nur auf stickstofflose Bestandtheile oder Secrete des thierischen Körpers verwandt, das Fett kann ohne weitere Veränderung deponirt, aber auch zur Gallenbildung verwandt werden, Stärke, Gummi und Zucker können zur Bildung von Fett und Galle verwandt werden. Sie können theilweise durch die Respiration in Kohlensäure und Wasser übergehen (Liebig) S. oben p. 264. Auch muss die im thierischen Körper überall auftretende Milchsäure ein Produkt aus den stickstofflosen Nahrungsmitteln seyn. Aus Milchzucker bildet sich Milchsäure nach Pelouze durch die Einwirkung von Labmagen.

Ueber die Fähigkeit verschiedener Substanzen, zu nähren, hat Magendie noch folgende Versuche angestellt: 1. Ein Hund, welcher Weissbrot, Weizen und Wasser zur Nahrung erhielt, lebte nicht über 50 Tage. 2. Ein anderer Hund, der dagegen bloss Kommissbrot bekam, erhielt seine Gesundheit sehr wohl. 3. Kaninchen und Meerschweinchen mit einer von folgenden Substanzen: Weizen, Hafer, Gerste, Kohl, gelbe Rüben, gefüttert, starben mit vollkommener Inanition nach 15 Tagen ab. Mit denselben Substanzen zugleich oder nach einander gefüttert, lebten sie ganz ohne Nachtheil. 4. Ein Esel, der mit trocknem und später mit gekochtem Reis gefüttert wurde, lebte nur 15 Tage. Ein Hahn dagegen lebte von gekochtem Reis, ohne Nachtheil, meh-

rere Monate. 5. Hunde, bloss mit Käse oder bloss mit harten Eiern gefüttert, lebten lange, aber sie wurden schwach und mager, verloren die Haare. 6. Muskelfleisch vertragen die Nagethiere sehr lange. 7. Wenn man ein Thier eine Zeit lang mit einer Nahrung füttert, von der allein es zuletzt umkommen müsste, so wird es durch Herstellung seiner gewöhnlichen Nahrung nicht mehr gerettet. Das Thier frisst zwar mit Begierde, doch sein Tod erfolgt zur selben Zeit, als wenn es mit der ersten Nahrung fortgefüttert worden wäre. Nach Allem diesem scheint die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Nahrungsmittel eine Hauptregel zur Erhaltung der Gesundheit zu seyn.

Prout reducirt alle Nahrungsmittel der höheren Thiere auf 3 Klassen: Saccharina (Zucker, Stärke, Gummi u. s. w.), Oleosa (Oel und Fett), Albuminosa (animalische Materien und vegetabilischer Gluten). Das Folgende enthält einen Auszug der Ansichten von Prout, welchen Elliotson in seiner Uebersetzung von Blumenbach's Physiologie aus einem ungedruckten Werke von Prout über die Verdauung, und daraus H. Mayo in *Outlines of human physiology*. 3. *ed. London* 1833. pag. 152, mitgetheilt haben.

„Durch die Beobachtung, dass die Milch als der einzige Stoff, der fertig gebildet und von der Natur als Nahrung bestimmt, im Wesentlichen aus drei Substanzen zusammengesetzt ist, nämlich aus Zuckerstoff, Oelstoff und Käsestoff oder einer dem Eiweiss verwandten Materie, ward ich nach und nach zu dem Schluss veranlasst, dass alle Nahrungsstoffe bei dem Menschen und den höheren Thieren auf diese drei allgemeinen Quellen reducirt werden könnten. Desshalb beschloss ich, sie zuerst einer strengen Prüfung zu unterwerfen, und, wo möglich, ihre allgemeinen Beziehungen und Analogieen zu erforschen. Die charakteristische Eigenthümlichkeit von zuckerhaltigen Körpern besteht darin, dass sie einfach aus Kohlenstoff mit Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniss, worin diese Wasser bilden, zusammengesetzt sind; die Proportionen von Kohlenstoff wechseln in verschiedenen Beispielen von ungefähr 30 bis 50 Proc. Die beiden anderen Klassen bestehen aus zusammengesetzten Basen (wovon der Kohlenstoff den Hauptbestandtheil bildet), gleichfalls gemischt und modificirt mit Wasser. Die Proportion von Kohlenstoff in ölhaltigen Körpern, die in dieser Rücksicht die oberste Stelle einnehmen, schwankt von ungefähr 60—80 Proc.; deshalb können die Oele, wenn man den Kohlenstoff als Maass der Ernährungsfähigkeit betrachtet, was in gewisser Hinsicht auch gethan werden kann, im Allgemeinen als die Klasse der nährendsten Körper betrachtet werden. Der allgemeine Schluss von dem Ganzen ist, dass Körper, die von Natur weniger als 30 oder mehr als 80 Proc. Kohle enthalten, nicht gut als alleinige Nahrung passen.

Es ist noch übrig, zu erforschen, ob Thiere von einer einzigen dieser Klassen ausschliesslich leben können; aber bis jetzt sind die Versuche durchaus gegen diese Annahme, und die annehmlichste Ansicht ist, dass eine Mischung, zum wenigsten aus 2 Klassen dieser Nahrungsstoffe, wo nicht aus allen dreien, dazu nothwendig ist. Milch ist demnach, wie bewiesen wurde, eine

solche Zusammensetzung, und zumeist alle Gräser und Kräuter, die für die Thiere zum Futter dienen, enthalten wenigstens zwei von jenen drei Stoffen. Dasselbe ist ausgemacht von animalischen Nahrungsmitteln, welche zum wenigsten aus Eiweiss und Oel bestehen; kurz, es ist vielleicht unmöglich, eine Substanz namhaft zu machen, die von höheren Thieren zur Nahrung benutzt wird, welche nicht wesentlich eine natürliche Composition von wenigstens zweien, wo nicht von allen dreien, der obigen drei grossen Klassen von Nahrungsstoffen darstellt.

Aber in der künstlichen Nahrung des Menschen sehen wir diess wichtige Princip von Mischung am strengsten erwiesen. Er, nicht mit den Productionen, welche die Natur freiwillig schafft, sich begnügend, sucht aus jeder Quelle und bildet durch die Kraft seines Verstandes oder vielmehr seines Triebes auf jede mögliche Weise und mit jeder Erkünstelung dieselbe wichtige Nahrungsmischung. Diess ist, mit aller seiner Kochkunst, wie wenig er auch es zu glauben geneigt seyn mag, der einzige Endzweck seiner Arbeit, und je mehr seine Erfolge sich dem nähern, um so näher kommen sie der Vollendung. So hat schon in den frühesten Zeiten der Trieb ihn gelehrt, Oel oder Butter zu mehligen Substanzen zu mischen, wie zum Brot und zu denen, welchen von Natur dieser Stoff mangelte. Derselbe Naturtrieb hat ihn gelehrt, Thiere zu mästen, um sich ölhaltige Substanzen mit Eiweiss verbunden zu verschaffen, welche Verbindung er endlich meist zugleich mit zuckerhaltigen Stoffen in Form von Brot oder Vegetabilien geniesst. Sogar in seinem ausgewähltesten Luxus und in seinen angenehmsten Leckerbissen ist dasselbe wichtige Princip im Auge behalten, und sein Zucker und Kraftmehl, seine Eier und Butter, in all' ihren verschiedenen Formen und Verbindungen, sind nichts mehr und nichts weniger als versteckte Nachahmungen des Hauptnahrungstypus, der Milch, wie sie ihm von der Natur geboten wird."

Hunger und Durst.

Die Empfindungen des Appetits und der Sättigung sind theils selbst Geschmack, theils dem Geschmack analoge Empfindungen, gleichwie die Empfindungen, welche Speisen in der Appetitlosigkeit erregen. Die Empfindung des Appetits wird erhöht im Winter und Frühling, durch kalte Bäder, durch Friction der Haut, des Unterleibes und dessen Erschütterung beim Reiten, so wie durch Anstrengung.

Die Verdauung erregt bei Gesunden ein wohlthätiges Gemeingefühl mit Wärmeempfindung verbunden; diese Gefühle erstrecken sich aber nicht bloss auf die Verdauungsorgane allein, deren Hauptsensationsnerve der Nervus vagus ist, sondern auch auf fast alle übrigen Theile: daher es wahrscheinlich ist, dass die Erregung der sympathischen Nerven, die, wie später bewiesen wird, eine grosse Communicationsfähigkeit ihrer Zustände haben, hieran Antheil habe.

Mangel der Verdauungskraft ist ein Zustand der Verdauungsorgane, wo sie theils nicht die zur Auflösung bestimmten Flüssigkeiten absondern, theils in einem Zustande von Reizbarkeit oder Atonie sind und durch die Nahrungsstoffe mehr mechanisch zu unangenehmen Empfindungen und unangemessenen Bewegungen afficirt werden. Die örtlichen unangenehmen Empfindungen der Verdauungswege scheinen vorzugsweise in dem Nerv. vagus ihren Sitz zu haben, dessen stärkere Reizungen wenigstens schon in der Speiseröhre und im Schlunde dieselben Empfindungen von Ekel, wie die Reizung des Magens selbst, welche dem Erbrechen vorhergeht, bewirken. Allein die Veränderung in der Stimmung des gesammten Nervensystems ist in diesen Fällen eben so auffallend.

Bei den Phänomenen des Hungers und Durstes sind beiderlei, örtliche und allgemeine, Empfindungen vorhanden, allein die weiteren Erscheinungen werden später noch unmittelbar aus dem absoluten Mangel an Nahrungsstoffen und Wasser abhängig.

Die ersten Phänomene des Durstes sind Trockenheit der Wege, welche am meisten verdünsten (der Luftwege), später Fieber, Entzündung der Luftwege.

Was man indessen Durst nennt, ist zuweilen mehr ein Bedürfniss nach Abkühlung durch kühle Getränke, wie bei dem, in Fiebern durch vermehrte Wärme und durch verminderten Turgor bewirkten, trocknen, heissen Zustande der Luftwege, des Mundes und der Haut. Die Ausdünstung ist hier oft eher vermindert und die Trockenheit entsteht dadurch, dass, wenngleich Blut in die Capillargefässe fliesst, die Wechselwirkung zwischen Blut und den von der organisirenden Kraft belebten Theilen, was man *Turgor vitalis* nennt, vermindert ist. Ohne dass die Wärmeproduction in den inneren Theilen vermehrt zu seyn braucht, erscheint die Haut heisser, weil die Ausdünstung fehlt und die mit dem Uebergang der tropfbaren Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand verbundene Abkühlung wegfällt.

Die letzten Folgen des unbefriedigten Durstes sind: ein fieberhafter Zustand, der von dem eines nervösen Fiebers nicht verschieden scheint und mit Entzündung der Luftwege verbunden ist.

Die örtlichen Empfindungen des Hungers, welche sich auf die Verdauungswege beschränken und im N. vagus ihren Sitz zu haben scheinen, sind Gefühle von Druck, Bewegung, Zusammenziehung, von Uebelkeit mit Kollern, später Schmerzen. Als Ursache dieser Empfindungen hat man den Speichel, die Galle, eine Reibung der Magenwände, den scharfen Magensaft angesehen. Dumas erklärt den Hunger daraus, dass die einsaugenden Gefässe des Darms sich gegen die Magen- und Darmwände selbst wenden.

An alles diess ist wohl nicht zu denken. Die Nahrungsmittel sind adäquate oder homogene Reizmittel der Verdauungsorgane; wenn diese fehlen, bringen die Nerven den Zustand des Organes zum Bewusstseyn. Die örtlichen Empfindungen des Hungers, wie des Appetites und der Sättigung, können nach der Durchschneidung des N. vagus vielleicht fehlen, wie Brachet

(*Recherch. sur les fonct. du syst. ganglionaire. Paris* 1830.) aus Versuchen schliesst; die Empfindung des Hungers wird durch Veränderung der Nerven des Magens, vermöge der Ingesta, durch stärkere Empfindungen und Thätigkeiten, die das Sensorium in Leidenschaften, Meditationen beschäftigen, durch die Aenderung des Sensoriums selbst von Opium etc. aufgehoben. Darum die häufige Erscheinung des Fastens bei Irren, weil sie durch die Alteration des Sensoriums vielleicht die örtliche Sensation des Hungers, die uns zur Nahrung mahnt, nicht haben. Nur die allgemeinen Folgen des Fastens sind unter ungleichen Zuständen der Verdauungsorgane meist gleich.

Dahin gehören die Empfindungen von allgemeiner Hinfälligkeit, die wirklich immer mehr zunehmende Kraftlosigkeit, Abmagerung, Fieber, Irrereden, die heftigsten Leidenschaften abwechselnd mit tiefster Niedergeschlagenheit. Die Wärme soll um mehrere Grade sinken, dem von Currie (*Wirkungen des kalten und warmen Wassers p.* 267.) bei einem von Verschliessung des Schlundes Hungernden widersprochen wird. Der Athem wird stinkend, der Harn scharf und feurig, die Lymphgefässe werden nach Magendie und Collard blutig. Der Inhalt dieser Gefässe soll in der ersten Zeit des Fastens grösser seyn (?), später immer geringer, auch die Lymphgefässe des Darms sollen indess gegen die mittlere Zeit der Abstinenz noch etwas weniges Lymphe führen. Collard de Martigny. Zusammenziehung des Magens tritt ein, die Absonderungen hören auf, obgleich bei angefüllter Gallenblase doch auch immer noch Galle in den Darm fliesst (in den Magen fliesst sie nach Magendie nicht). Der Schleim der Schleimhäute vermindert sich wie alle der Resorption fähige Substanzen. Eiter der Wunden, Milch, Speichel, Gift der Schlangen werden nicht mehr abgesondert. Der Urin enthält noch Harnstoff, wie Lassaigne (*Journ. de chim. med.* 1825. *avr.*) bei einem Irren nach einem Hungern von 18 Tagen fand; die Harnwege sind nicht nothwendig entzündet, die Schleimhäute blass. Nach Collard de Martigny vermindert sich während des Hungers die relative Quantität der Fibrine im Blute, während die relative Quantität der festen Theile der Blutkörperchen steigt. Magendie *Journ. de Physiol. T.* 8. *p.* 171. Nach dem Tode erscheint der Magen sehr zusammengezogen.

Aus den über die Lebensdauer der Thiere und des Menschen angestellten Versuchen geht hervor, dass warmblütige Thiere am wenigsten ausdauern. Niedere Thiere mit harten Schalen hungern ausserordentlich lange, wie ich aus brieflichen Mittheilungen selbst die Beobachtung habe, dass ein afrikanischer Scorpion auf einer Reise nach Holland und dort in den Händen des Dr. De Haan noch neun Monate ohne etwas zu fressen erhalten wurde. Rudolphi erhielt einen Proteus anguinus 5, Zoys 10 Jahre lang in erneuertem Brunnenwasser. Hier ist einige Nahrung von den Infusorien des Wassers abzuleiten. Auch Wassersalamander, Schildkröten und Goldfische kann man Jahre lang ohne Nahrung erhalten. Von Schlangen ist es bekannt, dass sie oft halbe Jahre lang hungern. Vögel lebten in Redi's Versuchen 5 bis 28 Tage;

ein Seehund ausser Wasser und ohne Nahrung 4 Wochen, Hunde 25 bis 36 Tage ohne Speise und Trank. Menschen ertragen Hunger und Durst in der Regel nicht viel länger als eine Woche, selten mehr als 2 Wochen, den blossen Hunger viel länger, in Krankheiten noch länger, besonders Irre. Siehe Tiedemann a.a. O. Tiedemann führt Fälle an, in welchen Hungernde, denen vergönnt war, den Durst zu stillen, 50 und mehr Tage ausdauerten. Monate oder wohl gar Jahre langes Fasten gehört, wie Rudolphi mit Recht bemerkt, zum Betrug. Ueber alle in diesem Capitel abgehandelten Gegenstände finden sich ausführlichere Untersuchungen in Tiedemann's *Physiologie.* 3. *Bd.* Tiedemann, *Untersuchungen über das Nahrungsbedürfniss, den Nahrungstrieb und die Nahrungsmittel des Menschen. Darmstadt* 1836.

II. Capitel. Von den Verdauungsorganen.

a. Darmkanal im Allgemeinen.

Es scheint ein allgemeiner Charakter der Thiere zu seyn, dass sie eine innere Höhle zur Verwandlung der Nahrungsstoffe, zur Verdauung besitzen. Diese Höhle wird Darm genannt, welcher in den mehrsten Fällen schlauchförmig, und an seinem obern und an seinem untern Ende geöffnet ist, zuweilen jedoch nur eine Mundöffnung besitzt, indem die Reste der Nahrungsstoffe durch dieselbe Oeffnung ausgeworfen werden, durch welche sie eindringen. Ueber Agastrica s. Meyen *act. nat. cur. T. XVI. Suppl.*

Bei den Infusorien giebt es nach Ehrenberg's grossen Entdeckungen nicht nur durchgängig einen mit Wimpern umgebenen Mund, sondern Ehrenberg hat auch durch Fütterung mit farbigen Stoffen die Form der Verdauungsorgane dieser Thiere ermitteln, und die Eintheilung der Hauptgruppen dieser Thierklassen auf den Bau der Verdauungsorgane gründen können. Sie sind theils darmlose, mit mehreren dem Munde angehängten Magen versehene Thiere, denen eigentlicher Darm und After fehlt, wie die Monaden u. a.; theils mit einem vollständigen Darm und mit Mund und After ausgestattete. Der Darm ist mit vielen blinddarmförmigen, gestielten Magen besetzt, und ist bald kreisförmig zum Munde zurückkehrend, wo dann After und Mund neben einander an dem gewimperten Umfange des oberen Endes sich befinden, wie bei den Vorticellen; theils gegenmündig, indem Mund und After sich an entgegengesetzten Enden befinden; theils wechselmündig, indem entweder Mund, oder After am Ende des Körpers sind; theils bauchmündig, indem sich beide Oeffnungen am Bauche befinden. Bei einem Infusorium mit Darmkanal, *Loxodes cucullulus*, sind von Ehrenberg auch bereits Zähne am Schlundkopf entdeckt worden.

Die Räderthiere, welche durch die mit Wimpern besetzten Räderorgane am Kopfe einen Strudel im Wasser erregen, besizzen einen einfachen, vom Munde zum After gehenden Darm, der

selten mit Blinddärmen besetzt ist, und sind zum Theil mit einem von Ehrenberg entdeckten Zahnsystem versehen. Die meisten sind am Anfange des Darms mit zwei drüsenartigen Körpern versehen. Ehrenberg. *Physikal. Abhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1830 *und* 1831.

Bei den Acalephen oder Quallen fehlt der After mit dem Darm, es werden die Nahrungsstoffe entweder durch den Mund in den Magen aufgenommen, der sich gefässartig im Innern des Thieres verzweigt, wie bei den Medusen; oder die Nahrungsstoffe gelangen durch Saugröhren der Fangarme in den centralen Magen, wie bei den Rhizostomen; oder die Nahrungsstoffe scheinen in einigen Fällen durch Saugröhren aufgenommen, ohne Magenhöhle durch gefässartig verzweigte Verdauungskanäle verbreitet zu werden, wie bei den Berenicen und anderen. Auch in den Fällen, wo sich ein Magen vorfindet, gehen von diesem gefässartige Zweige aus, im Innern des Thieres sich verbreitend. Bei den Polypen, welche theils frei, theils festgeheftet sind, und theils wieder einfach, theils auf einem Polypenstock vereinigt leben, sind die Verdauungsorgane bald einfach, und aus einem blinden sackförmigen Magen bestehend, wie bei den Actinien, Funginen, Madreporinen, Tubiporinen, Corallinen, Pennatulinen, Alcyoninen, Milleporinen, Sertularien, Hydrinen; bald aus einem kurzen Darmkanal gebildet, dessen After sich neben dem Munde öffnet, wie bei den Alcyonellinen. Siehe Hemprich et Ehrenberg *Symbolae physicae. Animalia vertebrata et evertebrata exclusis insectis percensuit* Ehrenberg. *Berolini* 1831. Vergl. Meyen, *Isis* 1828. *Nov. act. nat. cur. T. XVI. Suppl.*

Bei den Eingeweidewürmern ist der Bau der Verdauungsorgane ungemein verschieden. Bei den Blasenwürmern scheint die blasenförmige Körperhöhle die Verdauungsorgane zu vertreten. So scheint es wenigstens beim Cysticercus und Coenurus zu seyn. Bei den Bandwürmern, Cestoidea, ist der Darm nach Mehlis einfach beginnend und sehr bald gabelig getheilt. Bei den Trematoden oder Saugwürmern fehlt der After, und der Darmkanal ist gefässartig verzweigt, obgleich bei den Trematoden, wie z. B. bei Distoma, noch ein zweites Gefässsystem vorhanden ist, welches am hintern Ende ausmündet, und welches vielleicht mit den feinsten Zweigen des Darmkanals in Verbindung steht. Mehlis *de distomate hepatico et lanceolato. Göttingae* 1825. Laurer *disquis. anatom. de amphistomo conico. Gryphiae* 1830. Bei den Hakenwürmern, Acanthocephala, fehlt der After und der zweischenklige Darm endet blind. Die Nematoidea, Rundwürmer, besitzen einen schlauchförmigen Darm mit entgegengesetztem Mund und After. Bei den der Gruppe der Eingeweidewürmer, namentlich den Trematoden, so verwandten weisssaftigen Würmern des süssen und salzigen Wassers (Planaria, Prostoma, Derostoma u. a.) zeigen sich auch wieder auffallende systematische Unterschiede, indem Mund und After bei Prostoma und Derostoma vorhanden, und der Darm einfach ist, während die Planarien einen verzweigten Darm (Mund an der untern Fläche des Körpers) ohne deutlichen After besitzen. Ehrenberg *symb. phys.*

Bei den Radiarien ist der Darm zuweilen vollständig mit Mund und After, wie bei den Holothurien Seeigeln und Crinoiden, indem Mund und After bei den ersteren an den entgegengesetzten Enden; bei den Seeigeln der Mund in der Mitte der unteren Fläche, der After bald am Scheitel, wie bei Echinus, bald am Rande, wie bei Spatangus; bei den Crinoiden, wie den Comatulen Mund und After auf der Bauchseite des Körpers liegen. Die Asteriden haben grossentheils keinen After wie die Ophiuren und mehrere Gattungen von Asterien (Astropecten, Luidia, Ctenodiscus), alle übrigen Asterien haben aber einen Afterporus auf der Rückseite des Körpers. Mueller und Troschel in *Wiegmann's Archiv. VI.* 1. *p.* 318. Bei den Ophiuren beschränkt sich der Magen auf die Scheibe, bei den Asterien schickt er Bäume von hohlen Blinddärmen in die Arme.

Der Darmkanal der Annularien, Crustaceen, Spinnen und Insekten ist immer vollständig mit entgegengesetztem Mund und After; in seiner Organisation bietet er sehr viele Mannigfaltigkeiten dar. Wir führen hier nur als besonders merkwürdig auf: die Art, wie der ungemein kurze Darm bei den Phalangien durch blinddarmförmige Auswüchse vergrössert wird, das Zahngerüst in dem Magen der Krebse und mehrerer Insekten (Orthoptera), und die Zusammensetzung des Magens bei einigen fleischfressenden Insekten. Im Allgemeinen besteht der Darmkanal der Insekten aus der Speiseröhre, aus dem Saugmagen, der jedoch nur einigen der Hymenopteren, den Schmetterlingen und Zweiflüglern zukommt, dem Muskelmagen im Innern mit Zähnen oder Hornleisten besetzt, welcher den fleischfressenden Käfern und den meisten Orthopteren zukommt; dem Chylus bildenden Theil des Darms bis zur Insertion der Malpighi'schen oder sogenannten Gallengefässe, und dem Afterdarm von der Insertion jener Gefässe bis zum After.

Bei den Wirbelthieren zeigt sich der Magen gewöhnlich als eine einfache Erweiterung des Darms. Die Länge des Darms, der bei den Fischen gewöhnlich kurz ist, wird zuweilen durch Vorsprünge der Schleimhaut compensirt, indem z. B. bei den Rochen und Haifischen die innere Wand des Darms eine spiralförmige Klappe vom Magen bis zum After bildet. Der After liegt bei den Fischen meist vor der Harn- und Geschlechtsmündung.

Der Magen der Vögel zeigt eine Zusammensetzung, welche man bei den Fischen und Amphibien noch nicht vorfindet. Ausserdem, dass der Kropf als sackförmiger Anhang der Speiseröhre ein ziemlich allgemeines Organ unter den Vögeln, zur vorläufigen Erweichung der Nahrungsmittel bestimmt, vorkommt, und nur bei den Klettervögeln, Sumpf- und Wasservögeln, den Insekten fressenden und straussartigen Vögeln fehlt, zerfällt der Magen selbst in zwei Theile: in den sogenannten Vormagen oder Drüsenmagen (Proventriculus), eine Erweiterung der Cardia, deren Wände zwischen Schleimhaut und Muskelhaut mit einer ganzen Schicht von gesonderten Drüsensäckchen besetzt sind, und in den Muskelmagen, welcher unmittelbar auf den erstern folgt. Bei den fleischfressenden Vögeln sind die Wände des Muskelma-

gens dünner, sehr stark dagegen bei den Pflanzenfressern, wo die Muskelschicht zwei ungeheure muskulöse Schalen bildet, die an der innern Fläche der Schleimhaut mit einer schwieligen, dicken Schicht des Epitheliums bedeckt sind. Der Dickdarm kurz und eng, besitzt an seinem Anfange zwei Blinddärme, die vorzüglich bei den von Vegetabilien lebenden Vögeln lang sind. Der Mastdarm öffnet sich wie bei den Amphibien mit den Ausführungsgängen der Harnwerkzeuge und Geschlechtstheile in die Kloake.

Bei den Säugethieren wird vorzüglich der Unterschied der Pflanzenfresser und Fleischfresser wichtig. Der bei den Vögeln vorkommende Drüsenmagen kommt unter den Säugethieren als gesonderte Abtheilung nicht vor, wiederholt sich bloss in der Anhäufung mehrerer Drüsen an der Cardia einiger Säugethiere, wie beim Biber und Phascolomys u. a. Siehe Home *Lectures on comparative Anatomy. Vol. II.* Mueller *de gland. secernentium penitiori structura. Tab. I. Fig.* 9. 10.

Bei mehreren Nagethieren, wie beim Hamster und der Wasserratte, zerfällt der Magen bereits in zwei Hälften. Bei dem Riesen-Känguruh unterscheidet man 3 und bei den Faulthieren selbst 4 Abtheilungen; unter den Affen haben die Semnopithecus (nach Otto) und Colobus (nach Owen) einen zusammengesetzten Magen, welcher aus 3 Theilen, einer Portio cardiaca mit glatten, einfachen Wänden, einer sehr weiten sackförmigen Portion, und einem langen, dickdarmähnlichen Kanal besteht. Bei den wiederkäuenden Thieren zeigt der Magen constant 4 Abtheilungen. Die Zusammensetzung des Magens ist jedoch im Allgemeinen kein Charakter der pflanzenfressenden Säugethiere; denn bei den Einhufern ist der Magen einfach, und die verschiedenen Regionen unterscheiden sich nur, dass die Portio cardiaca noch mit dem Epithelium der Speiseröhre überzogen ist. Unter den dickhäutigen Thieren ist der Magen im Allgemeinen bis auf die dem Pecari und Nilpferde eigenthümlichen Anhänge oder sackförmigen Erweiterungen des Magens von einfacherer Structur. Bei den wiederkäuenden Thieren unter den Pflanzenfressern und bei den Delphinen unter den Fleischfressern hat der Magen eine auffallend zusammengesetzte Structur. Bei den Wiederkäuern, wo sich 4 Magen vorfinden, gleicht nur der letzte durch die saure Beschaffenheit seiner Absonderung dem Magen der übrigen Säugethiere. Die drei ersten Abtheilungen, welche noch mit Epithelium bedeckt sind, können als Abtheilungen der Portio cardiaca betrachtet werden, welche zur vorläufigen Erweichung der vegetabilischen Nahrung bestimmt sind. Unter diesen Abtheilungen zeichnet sich die erste grosse (Wanst, Pansen, *Rumen*) durch die vielen platten Warzen seiner innern Fläche aus; in ihm sind die Nahrungsmittel noch wenig verändert und werden der Einwirkung des Speichels überlassen. Die zweite kleinere Abtheilung, welche mit der ersten in einem weiten Zusammenhange steht, ist die Haube, der Netzmagen, *Reticulum*, durch die zellenförmigen, gezähnelten Falten einer innern Haut ausgezeichnet. Im dritten Magen, dem Blättermagen, *Omasus*, *Centipellio*, bildet die Schleim-

haut eine grosse Anzahl hoher Längenfalten, die wie die Blätter eines Buchs nebeneinander stehen. Das in dem ersten und zweiten Magen erweichte Futter gelangt in einer gewissen Zeit wieder nach der Speiseröhre und in den Mund zurück; erst im wiedergekäuten, verdauten Zustande gelangt es aus der Speiseröhre in den dritten Magen, und erst von hier aus durch eine engere Oeffnung in den vierten Magen, Labmagen, *Abomasus*, welcher eine weichere Beschaffenheit seiner Schleimhaut und eine längliche, fast darmartige Form besitzt. Man kann den ersten und zweiten Magen als Erweiterungen des Cardiatheils der Speiseröhre und des Magens betrachten. Durch Schliessung der Rinne, durch welche sie mit der Speiseröhre zusammenhängen, kann die Speiseröhre an dem ersten und zweiten Magen vorbei, den Bissen in den dritten gelangen lassen. Unter den Cetaceen kommt die zusammengesetzte Structur sowohl bei den grasfressenden als fleischfressenden vor. Die grasfressenden Manati's haben mehrere Säcke an ihrem Magen, und die fleischfressenden Wallfische haben sogar fünf und mehr Abtheilungen desselben.

Der Darmkanal ist bei den fleischfressenden Säugethieren in der Regel viel kürzer, und der Unterschied der dünnen und dicken Gedärme weniger ausgeprägt; dagegen ist der Grimmdarm bei den meisten Grasfressern sehr weit und sehr lang. Merkwürdige Unterschiede zeigen sich auch am Blinddarm fast durchgängig nach der Art der Nahrung. Dieses Darmstück ist in der Regel bei reissenden Thieren äusserst klein, dagegen bei den Einhufern, Wiederkäuern und den meisten Nagern ungemein lang, z. B. beim Pferd $2\frac{1}{2}$ Fuss lang, beim Biber 2 Fuss lang. Bei Dasyurus unter den Beutelthieren ist weder Blinddarm noch irgend ein Unterschied von Dünndarm und Dickdarm.

Beispiele vom Uebergang der thierischen Nahrung in vegetabilische bilden in gewissen Lebensabschnitten die pflanzenfressenden Säugethiere, indem sie nach der Geburt von Muttermilch ernährt werden; der erste Magen der Wiederkäuer ist, so lange sie noch von Milch leben, klein. Grösser sind die Veränderungen, welche der Darm des Frosches durch die Verwandlung erfährt. Die Larven dieser nackten Amphibien scheinen bei einem ausserordentlich langen Darmkanal vorzüglich von Vegetabilien zu leben.

Das allgemeinste Resultat dieser Vergleichung, auf deren Detail die vergleichende Anatomie einzugehen hat, ist, dass die Verdauung der Vegetabilien ungleich grössern Aufwand thierischer Apparate erfordert, als die Verdauung des Fleisches. Der innige Zusammenhang, in welchem die gesammte Organisation eines Thiers zu seiner Nahrung steht, ist von Cuvier auf eine so bewundernswürdige Weise geschildert worden, dass ich mich nicht enthalten kann, diese Darstellung in seinen eigenen Worten, *Umwälz. d. Erdrinde, übersetzt von* Noeggerath. *Bonn* 1830 *p.* 87, wiederzugeben. Cuvier sagt: Jedes lebende Wesen bildet ein Ganzes, ein einziges und geschlossenes System, in welchem alle Theile gegenseitig einander entsprechen, und zu derselben endlichen Action durch wechselseitige Gegenwirkung beitragen,

Keiner dieser Theile kann sich verändern ohne die Veränderung der übrigen, und folglich bezeichnet und giebt jeder Theil einzeln genommen alle übrigen. Wenn daher die Eingeweide eines Thiers so organisirt sind, dass sie nur Fleisch und zwar bloss frisches verdauen können, so müssen auch seine Kiefer zum Fressen, seine Klauen zum Festhalten und zum Zerreissen, seine Zähne zum Zerschneiden und zur Verkleinerung der Beute, das ganze System seiner Bewegungsorgane zur Verfolgung und Einholung, seine Sinnesorgane zur Wahrnehmung derselben in der Ferne eingerichtet seyn. Es muss selbst in seinem Gehirne der nöthige Instinkt liegen, sich verbergen und seinen Schlachtopfern hinterlistig auflauern zu können. Es bedarf der Kiefer, damit es fassen könne, einer bestimmten Form des Gelenkkopfes, eines bestimmten Verhältnisses zwischen der Stelle des Widerstandes und der Kraft zum Unterstützungspunkte, eines bestimmten Umfanges des Schlafmuskels, und letzterer wiederum einer bestimmten Weite der Grube, welche ihn aufnimmt, und einer bestimmten Convexität des Jochbogens, unter welchem er hinläuft, und dieser Bogen muss wieder eine bestimmte Stärke haben, um den Kaumuskel zu unterstützen. Damit das Thier seine Beute forttragen könne, ist ihm eine Kraft der Muskeln nöthig, durch welche der Kopf aufgerichtet wird; dieses setzt eine bestimmte Form der Wirbel, wo die Muskeln entspringen, und des Hinterkopfes, wo sie sich ansetzen, voraus. Die Zähne müssen, um das Fleisch verkleinern zu können, scharf seyn. Ihre Wurzel wird um so fester seyn müssen, je mehrere und stärkere Knochen sie zu zerbrechen bestimmt sind, was wieder auf die Entwickelung der Theile, die zur Bewegung der Kiefer dienen, Einfluss hat. Damit die Klauen die Beute ergreifen können, bedarf es einer gewissen Beweglichkeit der Zehen, einer gewissen Kraft der Nägel, wodurch bestimmte Formen aller Fussglieder und die nöthige Vertheilung der Muskeln und Sehnen bedingt werden; dem Vorderarm wird eine gewisse Leichtigkeit, sich zu drehen, zukommen müssen, welche bestimmte Formen der Knochen, woraus er besteht, voraussetzt; die Vorderarmknochen können aber ihre Form nicht ändern, ohne auch im Oberarm Veränderungen zu bedingen. Kurz, die Form des Zahns bringt die des Condylus mit sich, diejenige des Schulterblattes die der Klauen, gerade so, wie die Gleichung einer Curve alle ihre Eigenschaften mit sich bringt; und so wie man, wenn man jede Eigenschaft derselben für sich zur Grundlage einer besondern Gleichung nähme, sowohl die erste Gleichung als alle ihre andern Eigenschaften wiederfinden würde, so könnte man, wenn eines der Glieder des Thiers als Anfang gegeben ist, bei gründlicher Kenntniss der Lebensökonomie das ganze Thier darstellen. Man sieht ferner ein, dass die Thiere mit Hufen sämmtlich pflanzenfressende seyn müssen, dass sie, indem sie ihre Vorderfüsse nur zur Stützung ihres Körpers gebrauchen, keiner so kräftig gebauten Schulter bedürfen, woraus denn auch der Mangel des Schlüsselbeins und des Acromium und die Schmalheit des Schulterblattes sich erklärt; da sie auch keine Drehung ihres Vorder-

arms nöthig haben, so kann die Speiche bei ihnen mit der Ellenbogenröhre verwachsen, oder doch an dem Oberarm durch einen Ginglymus und nicht durch eine Arthrodie eingelenkt seyn; ihr Bedürfniss zur Pflanzennahrung erfordert Zähne mit platter Krone, um die Samen und Kräuter zu zermalmen; diese Krone wird ungleich seyn, und zu diesem Ende der Schmelz mit Knochensubstanz abwechseln müssen. Da bei dieser Art von Krone zur Reibung auch horizontale Bewegung (*musc. pteryg.*) nöthig ist, so wird hier der Condylus des Kiefers nicht eine so zusammengedrückte Erhabenheit bilden, wie bei den Fleischfressern, er wird abgeplattet seyn und zugleich einer mehr oder weniger platten Fläche am Schläfenbein entsprechen; die Schläfengrube, welche nur einen kleinen Muskel aufzunehmen hat, wird von geringer Weite und Tiefe seyn.

b. Innere Darmhaut.

Ueber den Bau der Darmzotten und ihr Verhältniss zur Resorption ist bereits früher in dem Capitel vom Ursprung und Bau der Lymphgefässe p. 205 gehandelt worden. Hier sind noch die innerhalb des Dünndarms in der Schleimhaut vorkommenden Drüsen zu erwähnen. Man hat dreierlei Formen davon unterschieden: 1. die Lieberkühn'schen Drüsen. Diess sind jene unzähligen, mit dem einfachen Mikroskop erst erkennbaren Löcherchen oder Vertiefungen, welche im ganzen Laufe des Dünndarms in der Mucosa dicht neben einander vorkommen, und bei hinreichender Vergrösserung ihr das Ansehn eines Siebes geben. 2. die Brunner'schen Drüsen. Sie befinden sich nur im Duodenum, wo sie eine Schicht von zusammengesetzten Drüsen bilden. 3. die sogenannten Peyerschen Drüsen. Diese Organe, welche jedesmal die der Insertion des Mesenterium entgegengesetzte Stelle des Darms einnehmen, sind bis auf den heutigen Tag räthselhaft geblieben. Aus Rudolphi's Abhandlung über die Peyer'schen Drüsen (*Anatom. physiol. Abhandlungen. Berlin* 1802.) hat man nur das Allgemeinste von den Formverschiedenheiten dieser meistens ovalen, verdickten Stellen der Schleimhaut kennen gelernt. Da nun aber diese Organe in der neuern Zeit durch ihre krankhaften Veränderungen, namentlich die in ihnen sich ausbildenden Pusteln und Geschwüre, im Typhus abdominalis, von grosser Wichtigkeit geworden sind, so war eine genaue Kenntniss von der Structur dieser Theile dringend nothwendig geworden, um endlich zu wissen, was sich in jenen Fällen krankhaft verändert und worin diese Veränderung besteht.

Um die Peyer'schen Drüsen zu untersuchen, darf man nur den Darmkanal ganz gesunder Menschen zum Gegenstande der Beobachtung wählen. Es ist daher besonders die Schleimhaut des Darmkanals der durch plötzliche Todesart Gestorbenen dazu geeignet. In vielen chronischen Krankheiten, namentlich in den Krankheiten des Darmkanals selbst, werden diese Theile sehr verändert, und man erhält aus der Beobachtung in jenen Fällen ein durchaus falsches Bild von dem Bau dieser Theile im ge-

sunden Zustande. In allen Fällen, wo die Peyer'schen Drüsen wie neben einander stehende seichte Zellen aussehen, ist der gesunde Zustand verloren; denn im gesunden Zustande haben jene Organe nichts mit offenen Zellen oder Follikeln gemein.

Untersucht man den Boden der Schleimhaut der Peyer'schen Drüsen zwischen den auf ihr sitzenden Zotten, so bemerkt man, dass die in der ganzen Schleimhaut des Dünndarms vorkommenden Löcherchen (Lieberkühn'sche Drüsen) auch hier zwischen den Zotten in grosser Anzahl vorhanden sind, ohne sich von ihrem Verhalten im übrigen Theil des Darmkanals zu unterscheiden. Man sieht aber auch zwischen den Zotten grössere, gegen 1 Linie breite, rundumschriebene weisse Stellen der Schleimhaut, welche beim Menschen ziemlich flach und wenig erhaben, bei den Thieren ziemlich hervorragend sind und wie weisse Papillen aussehen, in anderen Fällen einige Aehnlichkeit mit den Papillae vallatae der Zunge in ihrer Form haben, indem sie (wie bei dem Kaninchen und bei der Katze) von einer kreisförmigen Furche umzogen sind und eine mehr platte Oberfläche darbieten. Beim Menschen sind diese runden Stellen fast gar nicht erhaben, sondern flach und ohne sie umgrenzende Furchen; in allen Fällen sind sie von einem Kranz von Oeffnungen umgeben, und diese Oeffnungen sehen gerade so aus wie die Löcherchen zwischen den Zotten auf den Peyer'schen Drüsen in der übrigen Mucosa, oder wie die Lieberkühn'schen mikroskopischen Drüschen. Ich habe diess Verhalten bei der Katze in meiner Schrift (*De penitiori gland. structura*) dargestellt, und Tab. I. Fig. 11. abgebildet, wo noch das Eigenthümliche vorkommt, dass um jeden Kranz der Oeffnungen herum eine scheidenförmige, überaus feine Falte verläuft. Boehm hat den Bau bei vielen anderen Thieren und dem Menschen untersucht und gefunden, dass jene Körper immer hohle Capseln sind. Ihr Inhalt ist eine weissliche Flüssigkeit, worin viele kleine Kügelchen, kleiner als die im Schleim enthaltenen Körperchen. Alle Versuche bei Menschen und bei Säugethieren, aus diesen Stellen ein Secret herauszudrücken und ihre Follicularstructur zu erweisen, sind missglückt; auch dringt beim Druck auf diese Stellen nichts aus den rundum stehenden Oeffnungen hervor. Boehm *de structura glandularum intestinalium penitiori. Berol.* 1834.*)

Es geht hieraus hervor, dass weit offene Folliculi und Zellen in den Peyer'schen Drüsen gar nicht vorkommen; was jene Säckchen sind, bleibt unbekannt. Erst durch Zerstörung der Oberfläche der weissen, porenlosen Stellen entstehen Zellen oder weit offene Folliculi, wie man sie an krankhaft veränderten oder sogenannten Peyer'schen Drüsen so häufig und leicht sieht.**)

*) Nach Krause wäre doch ein Zusammenhang zwischen den Poren und den Capseln, so dafs der Gegenstand zu weiterer Beobachtung auffordert. Ich vermag die Poren um die Capseln nicht von den gewöhnlichen Lieberkühnschen Drüsenporen zu unterscheiden.

**) *Ueber den Bau der Muskelhaut des Darms s. B. II. p. 5. über den Bau der Netze. B. I, Dritte Aufl. p. 432.*

III. Capitel. Von den Bewegungen des Darmkanales.

Die Muskelhaut des Darmkanals gehört zu den von dem Nervus sympathicus abhängigen, unwillkürlich beweglichen Theilen, auf welche das Nervensystem der willkürlichen Bewegungen keinen unmittelbaren, sondern limitirten Einfluss hat, wie er sich in den mannigfaltigen Sympathieen dieses Apparates mit dem Gehirn und Rückenmarke äussert. Nur am Anfange und Ende dieses unwillkürlich beweglichen Apparates ist er mit Muskeln versehen, die dem Cerebrospinalnervensystem unterworfen und willkürlich beweglich sind. Dieses sind die Muskeln des Mundes, die Kau- und Schlundmuskeln einerseits und die Aftermuskeln andrerseits. Der Schlund ist noch willkürlich beweglich, die Speiseröhre und der Magen nicht mehr, obgleich der Nervus vagus beide versieht.

Die Erklärung dieses Factums steht noch nicht fest. Die Structur der Muskelfasern ist einmal schon eine verschiedene bei diesen Organen, indem die Schlundmuskeln mit Querstreifen der primitiven Bündel und Knötchen der primitiven Fasern versehen sind, welche dem übrigen Darmkanal fehlen. Man kann die Erscheinung aber auch von dem verschiedenen Nerveneinflusse ableiten, entweder 1. dass man annimmt, dass der untere Theil des Nerv. vagus, welcher die Plexus oesophagei bildet, durch die Einmischung der Fäden des Nervus sympathicus beim N. recurrens in den Vagus und am Magen selbst seinen willkürlichen Einfluss verliert, oder 2. dass man nach der Hypothese von Arnold, Scarpa und Bischoff (*Nervi accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.) annimmt, die motorische Kraft des N. vagus sey diesem überhaupt nicht original eigen, sondern komme ihm von dem Nervus accessorius, während der N. vagus selbst bloss Empfindungsnerve sey, wonach dann die Aeste zur willkürlichen Bewegung des N. vagus, nämlich Nervus pharyngeus und Nervi laryngei von dem N. accessorius ihre motorische Kraft erhielten. Die Wurzel des Vagus enthält indess selbst schon motorische Fäden und erregt gereizt Zuckung des Schlundes, wie ich vor langer Zeit schon angeführt habe und Volkmann neuerlich wieder beobachtet hat.

Der motorische Einfluss des Vagus auf Speiseröhre und Magen ist nicht bloss der Willkür entzogen, sondern überhaupt limitirt. Einige Beobachter beobachteten nach Reizung des Vagus niemals Bewegung des Magens, so Magendie, ich selbst, Volkmann. Dagegen sahen solche Tiedemann, Bischoff, Longet. Der Letztere behauptet, dass die Bewegung erst nach einigen Secunden eintrete, was an die dem N. sympathicus unterworfenen Theile erinnert.

1) *Schlingen.*

Das Schlingen hat drei Akte; in dem ersten passiren die von der Zunge zu einem Bissen gesammelten Theile zwischen der Oberfläche der Zunge und dem Gaumengewölbe bis hinter die vorderen Bogen des Gaumens, im zweiten Acte gelangt der Bissen bis über die Constrictoren des Schlundes hinaus, im dritten

passirt er die Speiseröhre. Diese drei Acte erfolgen überaus schnell hinter einander; der erste wird von den der willkürlichen Bewegung fähigen Muskeln der Zunge unter dem Einflusse des Nervus hypoglossus mit Willkür ausgeübt, der zweite Act erfolgt zwar unter Mitwirkung von Muskeln, die auch der willkürlichen Bewegung fähig sind, wie der oberen und unteren Gaumenmuskeln, ist aber doch eine unwillkürliche Bewegung; denn die Bewegungen zum zweiten Acte des Schlingens erfolgen unwiderstehlich, sobald man durch die Zunge einen Bissen oder Getränk oder Speichel bis an eine gewisse Stelle der Zunge gebracht, durch Reflexbewegung, indem die vermöge der Empfindungsreizung zum Gehirn verpflanzte centripetale Wirkung von dort in eine centrifugale der motorischen Fasern zurückgeht.

Der dritte Act wird unwillkürlich von Bewegungen ausgeführt, welche auch sonst nicht willkürlich seyn können.

Die Ausführung des zweiten Actes ist eine sehr zusammengesetzte Operation, worüber die Schriftsteller der verschiedensten Meinung sind. Zur Einsicht desselben ist vorzüglich eine richtige Ansicht von den Stellungen der Bogen des Gaumensegels in den verschiedenen Bewegungen desselben nöthig. Der Gaumen hat bekanntlich zwei untere Muskelbogen, den vorderen durch die aus den Musc. glossopalatini, den hintern durch die aus den Musc. pharyngopalatini gebildeten Schenkel. Die Schenkel des vordern und hintern Bogens weichen jederseits von einander und haben die Mandeln zwischen sich, indem der Schenkel des vordern Bogens sich an die Zunge, der Schenkel des hintern Bogens sich nach hinten und abwärts an den Schlund anschliesst; im Gaumen selbst convergiren jederseits die Schenkel des vordern und hintern Bogens, und daher kann man sich die Uvula als im Mittelpunkt der Convergenz oder als im Mittelpunkt eines von jenen Muskelbogen ausgeführten Kreuzgewölbes denken. Ueber die Wirkung dieser Muskeln hat neuerlich Dzondi (*die Functionen des weichen Gaumens. Halle* 1831.) mehr Licht verbreitet. Die Wirkung des vordern Bogens ist, in Verbindung mit der Zunge, die eines Schliessmuskels, und der vordere Bogen führt mit Recht den Namen Constrictor isthmi faucium. Dieselbe Wirkung äussert auch der hintere Muskelbogen, wenn seine oberen und unteren Insertionspunkte fest sind. Indem aber das Gaumensegel durch den Musc. tens. veli palatini fixirt ist, wenn die unteren Schenkel sich durch Zusammenziehung des Schlundes selbst einander nähern, so muss die Contraction der Musc. pharyngopalatini bewirken, dass sich die hinteren Bogen des Gaumensegels wie zwei Vorhänge von den Seiten einander nähern und den Durchgang zwischen den hinteren Gaumenbogen zu einem ritzähnlichen Schlitze machen, welcher unten sich erweitert. Dzondi hat nun bewiesen, dass diese Annäherung der Seiten des hintern Gaumenbogens oder des hintern Gaumenvorhangs im Schlingen fast bis zur Berührung erfolgt, und in der That kann man sich überzeugen, wenn man bei untersuchendem Finger zu schlingen versucht, oder wenn man am Spiegel, bei herabgedrückter Zunge Schlingversuche macht, dass diese Annäherung wirklich erfolgt und dass

die Musculi pharyngopalatini, durch diese Annäherung, den Weg des Bissens von dem obersten Theil des Rachens und den Choanen mit einem herabhängenden und schief nach hinten und unten geneigten Planum inclinatum absperren. Das Zäpfchen ist hierbei erschlafft und liegt bei der Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenvorhangs vor der übrigbleibenden Ritze. Ich habe diese Versuche wiederholt und sie bestätigt gefunden. Es ist also unrichtig, wenn die meisten Schriftsteller behaupten, die Abschliessung der Choanen von dem Schlunde geschehe beim Schlingen durch Hinaufziehen des Gaumensegels, eine Bewegung, wodurch überhaupt beide nicht vollkommen von einander abgeschlossen werden können. Bei allen Bewegungen, wo der Nasenkanal von dem Mundkanal excludirt wird, geschieht diess durch die schon beschriebene Bewegung der Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenbogens, oder, wie Dzondi sagt, des hintern Gaumenvorhangs.

Bidder (*neue Beobachtungen über die Bewegungen des weichen Gaumens. Dorpat* 1838.) hat zwar bei einem lebenden Menschen, bei welchem nach einer Operation die Einsicht von der Nase her auf die Oberfläche des weichen Gaumens gestattet war, beobachtet, dass der Gaumen beim Schlingen sich zu einer horizontalen Stellung hebt, diess scheint mir aber das bezeichnete planum inclinatum der untern Gaumenmuskeln nicht wesentlich verändern zu können, sondern nur den terminus a quo dieser Bewegung und Stellung zu modificiren. Denn die Erhebung des Gaumens nach oben und die Bildung eines planum inclinatum nach unten sind Dinge, die sich nicht widersprechen.

In der Speiseröhre, welche keiner willkürlichen Bewegung fähig ist, wird jede erweiterte, den Bissen aufnehmende Stelle von dem Bissen zur Contraction gereizt; diese wellenförmig fortschreitende Contraction erfolgt, wie man namentlich bei Pferden beim Trinken sieht, überaus schnell; nur bei grossen Bissen und zu häufigem Schlingen ist die Bewegung langsam, und man fühlt das schmerzhafte Fortrücken. Der Bissen und das Getränk sind hierbei in jedem Moment von contractilen Wänden eingeschlossen, die sich an den Bissen anlegen. Dies fällt weg, wenn die Speiseröhre bei Sterbenden bereits gelähmt ist, wo das Getränk mit Kollern hindurchfällt.

Die Bewegungen des dritten Actes sind rein unwillkürlich, und werden von Muskelfasern der Speiseröhre ausgeführt, welche keiner Spur willkürlicher Bewegungen fähig sind. Die im zweiten Act thätigen Muskeln sind willkürlicher Bewegungen fähig, wie die Muskeln der Zunge und des Gaumens und Schlundes, und in der That kann man auch ohne Bissen, wenn der Rachen nur feucht ist, willkürlich schlingen (obgleich nicht oft hinter einander). Man kann ferner einen Theil dieser Bewegungen, wie z. B. das Annähern der Schenkel des hintern Gaumenbogens, willkürlich veranlassen, ohne dass es zum Schlingen kommt. Man kann sogar am Spiegel sich überzeugen, dass wir willkürlichen Einfluss auf die Muskeln des Schlundkopfes ausser dem Schlingen haben. Allein wenn mehrere dieser Bewegungen

(z. B. die der Zunge und des hintern Gaumenbogens) zu gleicher Zeit willkürlich oder durch Reiz vorgenommen werden, so folgen die Bewegungen der ganzen zum Schlingen gehörigen Muskelgruppe mit den Constrictoren von selbst, und jeder bis an eine gewisse Grenze im Munde gekommene Theil von Getränk, Bissen, Speichel muss unwiderstehlich verschlungen werden *).

Beim Schlingen hebt sich der Kehlkopf, hierdurch und durch den Druck der Zunge nach hinten wird der Kehldeckel auf den Eingang des Kehlkopfs aufgedrückt und das Eintreten der Speisen verhütet.

Magendie (*Mémoires sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition. Paris* 1813.) hat bestätigt, was schon Galenus berichtet, dass sich die Stimmritze selbst beim Schlucken schliesst. Er ist aber wohl zu weit gegangen, wenn er glaubt, aus Versuchen an Thieren, die Entfernung des Kehldeckels hebe das Schlingen nicht auf. Wenn man diess auch zugäbe, so ist es eben so gewiss aus den zahlreichen Beobachtungen über Verlust des Kehldeckels durch Kehlkopfschwindsucht und Reichel's Versuche, *de usu epiglottidis. Berol.* 1816., dass das Schlingen hierdurch sehr beschwert wird. Vergl. Rudolphi, *Physiol.* 2. *p.* 378. Lund, *Vivisectionen. Kopenhagen* 1825. *p.* 9. Longet, *archives generales de médecine.* 1841. Bei den wallfischartigen Thieren ist der obere, hier schnabelförmige Theil des Kehlkopfs, gegen die Nasenhöhlen heraufgezogen. Die Speisen gelangen hier durch den Druck der Zunge zu den Seiten des Kehlkopfes in den Schlundkopf. Den übrigen Thieren, ausser den Säugethieren, fehlt das Gaumensegel und in der Regel auch der Kehldeckel.

2. *Bewegungen der Speiseröhre.*

Magendie hat eine eigenthümliche Beobachtung über die rhythmischen Zusammenziehungen des untersten Theils der Speiseröhre ausser dem Schlingen gemacht, welche ich bestätigt habe. Diese Zusammenziehungen geschehen von oben nach der Cardia hinab und schnell, dauern ungefähr 30 Secunden und nach Magendie um so länger (bis 10 Minuten), je voller der Magen ist. Die Zusammenziehung geht allmählig in Erschlaffung über, worauf wieder die Zusammenziehung folgt. Magendie konnte zur Zeit der letztern nichts vom Contentum des Magens in die Speiseröhre treiben, während bei der Erweiterung die Flüssigkeiten durch ihre blosse Schwere hineinglitten. Was auf diese Art in die Speiseröhre gelangte, wurde entweder (obgleich nur selten) ausgeworfen oder (gewöhnlich) durch die Zusammenziehungen der Speiseröhre in den Magen wieder zurückgetrieben. Man darf sich daher die Cardia nicht jederzeit gleich stark geschlossen denken; bei Dyspepsie scheint die Erschlaffung noch häufiger zu

*) Das Verschlingen der wahren Schlangen, welche ihre Oberkiefer einigermassen, wie die Hälften des Unterkiefers von einander entfernen können und durch ihre langen, an beweglichen Ossa temporalia aufgehängten Gelenkbeine für den Unterkiefer den Rachen ungeheuer erweitern können, ist, wie Rudolphi richtig bemerkt, ein Herüberziehen der Schlingwerkzeuge über die grosse Beute.

seyn, und es ist hieraus die Eructation, das Aufstossen von Luft und Speisen erklärlich, sey es, dass die Zusammenziehungen des Magens im Moment der Oeffnung der Cardia den Inhalt hervortreiben oder die mit der Zusammenziehung des Zwerchfells erfolgte Verkleinerung der Bauchhöhle einen Druck auf den Magen anbringt.

Magendie's, Legallois's und Beclard's Versuche haben gezeigt, dass die Speiseröhre beim Erbrechen in einer dem Schlingen entgegengesetzten antiperistaltischen Bewegung ist. Bei dem Erbrechen, welches durch Einspritzen von Brechweinstein in die Venen erfolgt, sahen sie die Bewegungen der Speiseröhre, auch nachdem sie vom Magen getrennt worden. Lund l. c. p. 15.

3) *Bewegungen des Magens.*

So energisch die Zusammenziehungen der starken Magenmuskeln bei den körnerfressenden Vögeln seyn müssen, so gewiss die mechanische Gewalt in dem mit Zähnen bewaffneten Magen vieler Crustaceen und Orthopteren unter den Insekten wirkt, so schwach sind die Bewegungen des membranösen Magens im gesunden Zustande. Man sieht zwar bei Vivisectionen von Hunden, Kaninchen, dass die Magenwände nicht schlaff den Mageninhalt umschliessen, aber der Magen zeigt den auffallendsten Contrast gegen die unaufhörlichen peristaltischen Bewegungen der Gedärme, die sie besonders auf den Reiz der atmosphärischen Luft annehmen. Bei den Wiederkäuern, wo sich öfter aus verschluckten Haaren Haarbälle bilden, welche deutliche Spuren einer drehenden oder Cirkelbewegung zeigen, muss die Bewegung des Magens stärker seyn.

Es geht hieraus hervor, wie sehr sich diejenigen täuschen, welche bei der Zerkleinerung der Speisen auf die Bewegungen des Magens viel rechnen. Die peristaltischen Bewegungen des Magens habe ich nie deutlich gesehen, ich beschreibe sie daher nach Magendie. In der ersten Zeit der Verdauung bleibt der Magen gleichförmig ausgedehnt, später zieht sich die Portio pylorica in ihrer ganzen Ausdehnung zusammen, wo sich die in Speisebrei verwandelten Nahrungsmittel anhäufen, während die weniger alterirten Stoffe in der Portio splenica sich befinden. Die peristaltischen Bewegungen, die sich nach Magendie auch nach Durchschneidung des N. vagus fortsetzen, sind folgende: nachdem der Magen einige Zeit unbeweglich gewesen, zieht sich der Anfang des Duodenums zusammen, ebenso der Pylorus und die Portio pylorica; diese Bewegung treibt den Chymus gegen das Duodenum, wo er durch den Pylorus durchgeht, wenn die Speisen die gehörige Auflösung im Magen erlitten haben. Diese Bewegungen wiederholen sich einige Mal, darauf hören sie auf, um sich nach einer bestimmten Zeit zu wiederholen. Ist der Magen voll, so beschränkt sich die Bewegung auf die dem Pylorus zunächst gelegene Partie; in dem Maasse als er sich entleert, dehnt sich die Bewegung aus und zeigt sich auch in der Portio splenica, wenn der Magen fast leer ist.

Beaumont hat die Bewegungen des Magens an einem Menschen beobachtet, der von einer Schusswunde ein ansehnliches

Loch im Magen behielt, dessen Ränder mit den Bauchwänden verwachsen waren. W. Beaumont *experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston* 1834.

Ausser der Verdauung ist der Magen zusammengezogen. Sobald die Speisen in den Magen getreten, bewegen sie sich aus dem Fundus von links nach rechts, entlang der grossen Curvatur, dann entlang der kleinen Curvatur von rechts nach links. Diese Bewegungen sah er auch an den Ortsveränderungen, welche die Kugel des in den Magen gebrachten Thermometers erlitt. Die Umwälzungen sind in 1—3 Minuten vollendet. Sie nehmen mit dem Fortschritt der Chymification an Schnelligkeit zu.

Nach Beaumont finden in der Portio pylorica am Anfang des conischen Theils derselben 3—4 Zoll von dem dünnen Ende eigenthümliche Contractionen und Relaxationen statt; der an diese Stelle gebrachte Bulbus des Thermometers wurde von Zeit zu Zeit festgehalten und 3—4 Zoll weit gegen den Pylorus hingezogen. A. a. O. p. 113.

Im Anfang der Verdauung scheint der Pylorus ganz verschlossen. Die Verschliessung des Pylorus kann so stark seyn, dass nach Wepfer, Tiedemann und Gmelin selbst aus dem ausgeschnittenen Magen nichts entweicht. Nach Abernethy gehen beim Menschen anfangs nicht einmal leicht Getränke durch den Pylorus; er fand bei einer Person, die sich durch Opium vergiftet und der man während des Lebens viel Flüssigkeit eingeflösst hatte, alle Flüssigkeit nach dem Tode noch im Magen. Nach Magendie wird durch den Magen schon der grösste Theil der Flüssigkeit aufgesogen; doch soll beim Pferde das Wasser schnell durch den Pylorus durchgehen und bis in das geräumige Coecum gelangen, so wie auch das Futter zum Theil unaufgelöst schon durch den Pylorus durchgeht. Coleman liess ein Pferd viel Wasser trinken; nach 6 Minuten fand man das Wasser schon durch den Pylorus und die dünnen Gedärme bis in das Coecum gelangt. Abernethy *physiol. Lect.* 180. Gegen das Ende der Verdauung scheint der Pylorus dem Andrängen eine schwächere Resistenz entgegenzusetzen; denn bekanntlich öffnet er sich auch für unverdaute Dinge, wie Kirschkerne und andere grössere Körper. Home's Meinung von einer mittlern Einschnürung des Magens während der Verdauung ist nicht bewiesen. Tiedemann hat nichts davon bei Hunden gesehen, ich auch nicht.

4) *Wiederkäuen.*

Bei den wiederkäuenden Thieren führt die Speiseröhre unmittelbar zugleich in den ersten (Pansen) und zweiten Magen (Haube). Die Speiseröhre setzt sich aber durch einen Halbkanal in den dritten Magen fort. Nach Flourens neuen Beobachtungen am Schafe (*Rebue encyclopédique Paris, Nov.* 1831. *pag.* 542.) gelangt das Futter beim ersten Verschlingen, gleichviel ob Gras, Hafer, Rüben, in den ersten und zweiten Magen zugleich. Als man einem Schaf einen Brei von gekäuten Rüben gab, drang diese feinere Masse in die beiden ersten Magen, und ein kleiner Theil auch in den dritten Magen. Aus dem ersten und zweiten Magen gelangen die vorläufig dort von dem Speichel und den

Absonderungen dieser Mägen erweichten Speisen durch eine Art Eructation wieder in den Mund, und werden zum zweiten Mal gekäut, worauf sie wieder verschluckt werden. Was nach der zweiten Deglutition geschieht, hat nun Flourens so auszumitteln gesucht, dass er an verschiedenen Thieren einen Anus contra naturam an den verschiedenen Mägen anlegte. Die Oeffnung, welche er schliessen konnte, erlaubte ihm zu beobachten, was in dem Magen vorging. Beim Verschlingen nach der Rumination gelangt ein Theil des Wiedergekäuten zwar auch noch in den Pansen und in die Haube, aber ein grosser Theil folgte der Halbrinne der Speiseröhre und in den dritten Magen. Flourens erklärt den verschiedenen Weg der Speisen nach der ersten und zweiten Deglutition auf folgende Art. Bei der ersten Deglutition ist der Bissen voluminös, er erweitert die Speiseröhre (auf Kosten jenes Halbkanals), und gelangt nothwendig in den ersten Magen. Beim zweiten Schlingen sind die Speisen weich und folgen ohne Ausdehnung der Speiseröhre der ihnen sich anweisenden Rinne, wobei jedoch auch wieder ein kleiner Theil in den ersten Magen gelangen kann. Wenn die von Magendie und mir bei Thieren beobachteten rhythmischen, sich wiederholenden und eine geraume Zeit anhaltenden Zusammenziehungen des untern Theils der Speiseröhre auch bei den Wiederkäuern stattfinden, so müssen sie die Lefzen des Halbkanals, der in den dritten Magen führt, zu einem ganzen Kanal formiren, in welchen alles fein Zertheilte eindringt, der aber von voluminösen Bissen (bei der ersten Deglutition) ausgedehnt werden muss. Vergl. Berthold, *Beiträge zur Anat., Zootomie und Physiol. Gött.* 1831.

In Hinsicht des Erbrechens fand Flourens, dass während die beiden ersten Mägen leicht die Speisen zum Wiederkäuen austreiben, der vierte Magen, durch welche das Erbrechen stattfindet, ausserordentlich schwer zu dieser Bewegung bestimmt wird. *Mém. de l'acad. des sc. T.* 12.

5) *Erbrechen.*

Das Erbrechen ist eine mit Ekel verbundene antiperistaltische Bewegung des Magens (zuweilen auch eines Theils des Darms) und der Speiseröhre, begleitet von heftigen Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells, welche erregt werden kann durch jede auf den Schlund, die Speiseröhre, den Magen, den Darmkanal unmittelbar oder mittelbar durch die Nerven dieser Theile einwirkende starke Reizung, oder welche selbst erfolgt, wenn die Reize dieser Theile in den Kreislauf von andern Orten aus eingeführt werden. So entsteht das Erbrechen durch mechanische Reizung des Schlundkopfes mit einer Feder, mit dem Finger, ja selbst durch einen Bissen, der im Schlunde zu lange verweilt, durch alle Mittel, welche den Magen mechanisch oder chemisch reizen, durch Entzündung desselben und des Darmkanals, durch eingeklemmte Brüche und Intussusceptionen des Darmkanals, durch Reizung des Gehirns und Unterbrechung des Hirneinflusses nach Durchschneidung oder Unterbindung des Nerv. vagus, zuweilen selbst durch die beim Husten sich associirenden Bewegungen; ferner bei Kopfverletzungen, endlich durch Einflössen

von Tartarus emeticus in die Venen. Alle Reize, welche, in geringem Grade örtlich applicirt, die peristaltischen Bewegungen der gereizten Theile befördern, machen in heftigem Grade der Wirkung dieselben Bewegungen antiperistaltisch, und bewirken durch Consensus der Nerven auch die Bewegungen der übrigen zum Erbrechen concurrirenden, nicht primär gereizten Theile. Nach Dzondi ist die Stellung des hintern Gaumenbogens im Erbrechen dieselbe, wie im Schlingen, und indem die Schenkel des hintern Gaumenbogens sich einander nähern und ein Planum inclinatum vom Gaumensegel bis zur hintern Wand des Schlundes bilden, der hintere Gaumenbogen aber mehr aufgezogen wird und das Zäpfchen durch die Wirkung seines Muskels sich verkürzt, ist der Weg bezeichnet, durch welchen das Erbrochene in den Mund gelangt und die Nase vermeidet, welches letztere freilich nicht immer geschieht, da die unteren, auch bei den Annäherungen seitlich auseinander weichenden Schenkel des hintern Gaumenbogens den Eingang vom untern Theil des Schlundes in die Choannen erleichtern. Die reissenden Thiere brechen leicht, das Pferd sehr schwer.

Magendie hat den früher von Bayle, Chirac, Senac und J. Hunter angeregten, von Haller aber widerlegten Zweifel über den Antheil des Magens am Erbrechen wieder vorgebracht, und behauptet, dass der Magen dabei völlig unthätig sey, und das Erbrechen allein aus Zusammendrückung des Magens vermöge der Verkleinerung der Bauchhöhle durch die Zusammenziehung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln entstehe. Magendie beobachtete bei Hunden, denen er Brechmittel durch Einspritzen in die Venen oder in den Magen beigebracht, niemals Zusammenziehungen am Magen. Zog er denselben aus der Bauchhöhle heraus, so erfolgte kein Erbrechen, sobald er aber den Magen in die Bauchhöhle zurückbrachte, erfolgte es. Ein Druck mit der Hand ersetzte die Bauchmuskeln; zerschnitt er die letzteren, so bewirkte das Zwerchfell noch Erbrechen, in Verbindung mit der weissen Linie. Die Durchschneidung der Zwerchfellsnerven hob das Erbrechen auf. Ersetzte er den Magen durch eine an die Speiseröhre angebundene Schweinsblase, so erfolgte das Erbrechen aus denselben Ursachen, wie bei dem unverletzten Magen. Maingault's Widersprüche gegen diese Behauptungen, welcher nach Durchschneidung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln Erbrechen sah, veranlassten weitere Untersuchungen. Das Comité der Academie fand, dass ohne äussern Druck auf den Magen kein Erbrechen stattfindet; dieser Druck kann aber sehr gering seyn, und Flüssigkeiten können nach durchschnittenen Bauchmuskeln und Lähmung des Zwerchfells durch blosse Annäherung der untersten Rippen zu der Regio epigastrica in die Speiseröhre getrieben werden; im Magen selbst entdeckten sie, ausser den vom Erbrechen unabhängigen (?) cirkelförmigen Zusammenziehungen in der Gegend des Pförtners, keine Bewegung, dahingegen Rudolphi solche Bewegung auch nach Durchschneidung der Bauchmuskeln gesehen hat. Ueber die den Gegenstand nicht wesentlich aufklärenden, weiteren Versuche von Portal, Bourdon, Beclard,

Merat gegen Magendie, und Rostan, Piedagnel, Gondret für denselben, kann man das angeführte Werk von Lund nachsehen.

Magendie's Versuch mit der Blase beweist wohl nicht viel, und Rudolphi bemerkt mit Recht, dass durch Einspritzung von Brechweinstein in die Venen antiperistaltische Bewegungen in der Speiseröhre entstehen müssen, welche den Inhalt der Blase, der ohnehin nur zum kleinsten Theil ausgeworfen würde, hinaufziehen können. Dieser Versuch verliert aber alle Beweiskraft, wenn man bedenkt, dass die Ursache, warum überhaupt der Mageninhalt nicht in die Speiseröhre auslaufen kann, die beschriebene Zusammenziehung der Speiseröhre an der Cardia, bei dem Durchschneiden der Speiseröhre an dieser Stelle aufhören musste, jede Flüssigkeit also ausfliessen konnte bei der geringsten Veranlassung. Ein wichtiger Umstand, der bisher nicht gewürdigt worden, ist eine Art von unmerklicher Zusammenziehung des ganzen Magens, wo er in seinem Volumen im Ganzen kleiner wird, ohne dass man an einzelnen Theilen Contraction sieht. Diess habe ich oft ausser dem Erbrechen beobachtet. Mir scheint die Contraction des Magens im Erbrechen unzweifelhaft, da man deutlich die Zusammenziehung des Magens dabei fühlt, obgleich man im Allgemeinen den Antheil des Magens dabei viel zu hoch angeschlagen hat, der beim Erbrechen von unmittelbarem Reiz des Magens die Reizung sympathisch auf andere Muskeln, namentlich die Bauchmuskeln und das Zwerchfell, fortpflanzen kann.

Diess Letztere ist keine Vermuthung mehr, denn ich habe mehrmal die Beobachtung gemacht, dass die mit der Nadel bewirkte Zerrung des N. splanchnicus in der Bauchhöhle, wo er bei Kaninchen auf der linken Seite an der innern Seite der Nebenniere ziemlich leicht zu finden ist, Zusammenziehungen der Bauchmuskeln veranlasst. Da nun der Nervus splanchnicus die Verbindung zwischen dem Nervus sympathicus und dem Ganglion coeliacum bewirkt, der Nervus sympathicus aber wieder mit den Spinalnerven, und durch sie mit dem Rückenmark zusammenhängt, so folgt, dass Reizung des Nervus splanchnicus mit Vermittelung des Rückenmarks die Spinalnerven der Bauchmuskeln reizen kann, und dadurch in Reizungen des Magens durch Vermittelung des G. coeliacum und des Nervus splanchnicus Zuckungen der Bauchmuskeln sympathisch entstehen müssen.

Diese Beobachtung macht mir Magendie's Theorie von der Wirkung der Brechmittel unwahrscheinlich. Er nimmt nämlich an, dass die Brechmittel in den Magen eingeflösst auch erst ins Blut aufgenommen werden, und von dort aus die beim Brechen concurrirenden Organe afficiren, wie beim Erbrechen, welches durch Einspritzung von Brechweinsteinlösung in andere Theile und in die Venen entsteht. Wenn der Nervus splanchnicus Zukkungen der Bauchmuskeln erregen kann, so ist es fast erwiesen, dass das Erbrechen von Einnehmen des Brechmittels durch Propagation der Nervenreizung erfolgt, wie denn eine andere Erklärung auch unmöglich beim Erbrechen von mechanischer Reizung des Magens, von mechanischer Reizung des Darms, von Magen- und Darmentzündung, von mechanischer Reizung des Schlundes

stattfinden kann. Siehe übrigens Magendie *mémoire concernant l'influence de l'émetique etc. nouv. bull. de la soc. philom. T. 3. p. 360.*

Wenn es nun sehr wahrscheinlich ist, dass in den Magen gelangte Brechmittel schon von dort aus, und nicht indem sie ins Blut gelangen, durch Nervenconsensus die Erbrechungsbewegungen erregen, und wenn diess von dem Erbrechen, das durch mechanische Reize in den Verdauungswerkzeugen, durch Darm- und Magenentzündung erregt wird, gewiss ist, so entsteht nun die Frage, ob der Magen und Darm, indem sie Erbrechen erregen, mehr durch den Nervus vagus auf das Gehirn, oder durch den N. splanchnicus und sympathicus auf Gehirn und Rückenmark den Eindruck fortpflanzen, worauf die weiteren Hülfsbewegungen des Erbrechens durch Wirkung der Spinalnerven auf die Bauchmuskeln und das Zwerchfell vom Gehirn und Rückenmarke aus erfolgen. Die genannte Beobachtung über die Fähigkeit des Nervus splanchnicus, Zuckungen der Bauchmuskeln zu erregen, beweist den Antheil des N. splanchnicus an jener Transmission. Das Erbrechen von Reiz des Schlundes, in dem sich vorzüglich Aeste des N. vagus verzweigen, beweist den Antheil des N. vagus an jener Transmission, und so ist es allerdings wahrscheinlich, dass N. splanchnicus und vagus zugleich bei der Wirkung der Brechreize im Magen und Darm die Transmission des Reizes bewirken.

Das Erbrechen von Durchschneidung und Unterbindung des N. vagus (Mayer in Tiedemann's *Zeitschrift* 2. 62.) ist auf dieselbe Art zu erklären. Die Unterbindung und auch die mit der Durchschneidung des N. vagus verbundene Quetschung wirkt auf das Gehirn, und da die Enden der durchschnittenen Nerven nothwendig in Entzündung gerathen müssen, so ist der Eindruck des Hirnstücks vom N. vagus auf das Gehirn derselbe, als ob die Endzweige des N. vagus im Magen in der Magenentzündung gereizt werden, und es erfolgt in beiden Fällen dasselbe Phänomen, Erbrechen. Auch die Durchschneidung anderer Nerven bewirkt zuweilen Erbrechen mit anderen Nervenzufällen, wie die Durchschneidung des Sehnerven bei der Exstirpatio bulbi oculi.

Dass die Transmission des Eindrucks durch den N. vagus Antheil am Erbrechen habe, macht Brachet (*Recherches sur les fonctions du système ganglionaire*) daraus wahrscheinlich: „Quelque soit le dose que vous administriez les vomitifs et les purgatifs dans les chiens, à qui vous avez fait la section des nerfs vagues, leur impression devient nulle.“ Diess steht freilich mit der Erfahrung im Widerspruch, dass Hunde nach dem Durchschneiden des N. vagus von selbst vomiren.

Nun entsteht immer noch die Frage, auf welche Art Brechmittel wirken, die ins Blut gelangen, ohne erst in den Magen eingeflösst zu seyn. Diese ist nicht ganz klar, oder vielmehr wir besitzen keine hinreichenden Thatsachen, diese Frage bestimmt zu entscheiden. Im Grunde ist es einerlei, ob ein Reiz an der äussern Fläche der Organe, oder noch unmittelbarer durch das Blut im Parenchym eines Organs wirkt, wie denn auch Arsenik von anderen Theilen aus Magenentzündung erregt. Hiernach scheint

es, das der ins Blut gekommene Brechweinstein von den Blutgefässen aus auf die beim Erbrechen betheiligten Organe wirke. Allein es ist immer noch zweifelhaft, ob er mehr auf die organischen Excitatoren der Bewegungen, Gehirn, Rückenmark und Nerven, oder unmittelbar auf die beweglichen Organe selbst wirkt. Vergl. über die hier abgehandelten Materien. Budge, *die Lehre vom Erbrechen. Bonn* 1840. 8.

6) *Bewegung des Darms.*

Die wurmförmigen oder peristaltischen Bewegungen des Darms, ebenso unwillkürlich wie die des Magens, scheinen während des Lebens schwach, und sind nur in nervöser Reizung, die sich auf die Gedärme fortpflanzt, in der Dyspepsie und in krampfhaften Zuständen, namentlich bei einer Reizung und im Durchfall schneller; bei eben geöffneten Thieren sind sie sehr unmerklich, sie verstärken sich aber schnell durch den Reiz der Luft zu einem ausserordentlichen Grade von Lebhaftigkeit; die Därme heben und senken sich, treiben ihren Inhalt weiter und im Allgemeinen immer mehr nach abwärts. Hiebei folgen sich Contractions-Wellen in gewissen Abständen. Reizt man den Darm mechanisch, chemisch, galvanisch, so zieht er sich an dieser Stelle allmählig sehr eng zusammen, der höchste Grad von Zusammenziehung erfolgt, wenn der Reiz schon aufgehört hat, und lässt allmählig eben so wieder ab. Wendet man starke galvanische Reize auf den auf einer Glasplatte isolirten Nervus splanchnicus oder auf das Ganglion coeliacum an, so verstärken sich die Bewegungen allgemein; Durchschneidung der Nerv. vagi hebt diese Bewegungen so wenig als Verletzung der sympathischen Nerven auf, sie dauern an dem abgeschnittenen Darmkanal fort.

Auf dem Wege durch den Darmkanal verliert der Darminhalt durch Resorption allmählig immer mehr nahrhafte Theile, und es werden die Reste als Excremente im Dickdarm immer consistenter. Der Schliessmuskel des Afters ist zu jeder Zeit ausser den Kothausleerungen contrahirt. Einen geringen Grad beständiger Contraction scheint derselbe mit allen Muskeln gemein zu haben, die man wenigstens dann erst erkennt, wenn ihre Antagonisten durchschnitten sind. Die Contraction des Sphincters ist aber besonders durch die Ansammlung des Koths und dessen Reiz im Mastdarm vermehrt; sie dauert so lange, bis sie durch den Andrang der Excremente überwunden wird; die Contractionen des Sphincters sind der willkürlichen Verstärkung, aber nicht der willkürlichen Erschlaffung fähig. Die Expulsion der Excremente, und die den Widerstand des Sphincters überwindende Gewalt kann in seltenen Fällen bei weichen Excrementen ohne Mitwirkung der Bauchwände durch blosse (unwillkürliche) Contraction des Mastdarms erfolgen; wie Legallois und Beclard (*Bull. de la fac. et de la soc. de med.* 1813. *N.* 10.) nach Wegnahme der Bauchmuskeln gesehen haben wollen. Gewöhnlich sind indess die Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Muskeln durch Einengung der Bauchhöhle mit Erhebung des willkürlich beweglichen Levator ani zur Kothentleerung nöthig. Alle diese Bewegungen willkürlicher Muskeln, treten auch unwillkürlich und krampfhaft

so gut wie beim Erbrechen ein, wenn der Reiz der Excremente auf den Mastdarm anhaltend und sehr heftig ist.

Jene Bewegungen können auch durch Verletzungen und Krankheiten des Rückenmarks (und Gehirns) gelähmt sein, wenn der Sphincter ani in diesen Zuständen erschlafft, so erfolgt unwillkürlicher Abgang; hartnäckige Verstopfung dagegen bei anhaltender krampfhafter Contraction sowohl als bei Atonie des Dickdarms. Nach Krimer ist die Kothentleerung nach Zerschneidung der Nervi phrenici und Lähmung des Zwerchfells nicht aufgehoben, wohl aber nach Zerschneidung der Bauchmuskeln oder des Rückenmarks bei Hunden, zwischen dem 5—6 Rückenwirbel.

IV. Capitel. Von den Verdauungssäften.

a. Speichel.

Die Absonderung des Speichels scheint in der Thierwelt mit Ausnahme der Wallfische und Fische fast allgemein zu seyn. Die Insekten besitzen speichelabsondernde Schläuche, Blinddärmchen oder Röhren, die Mollusken ein oder mehrere Paar zusammengesetzte Speicheldrüsen.

Ueber die Quantität des Speichels hat C. G. Mitscherlich bei einem Menschen mit einer Speichelfistel des Ductus Stenonianus Beobachtungen mitgetheilt. Die Ausscheidung hört bei vollkommener Ruhe der Kaumuskeln und der Zunge, und bei Mangel eines ungewöhnlichen Nervenreizes auf; unter den entgegengesetzten Umständen wird sie hervorgerufen. Die Menge des abgesonderten Speichels beträgt bei einem gesunden Manne in 24 Stunden aus einer Parotis 65 bis 95 Grammen, der aus dem Mund ausgeworfene Speichel von den 5 anderen Drüsen beträgt 6 Mal mehr als der Speichel einer Parotis. Mitscherlich *über den Speichel des Menschen.* Rust's *Mag.* 1832. Schultz (*de alimentorum concoctione. Berol.* 1834.) sammelte aus dem Ductus Stenonianus eines Pferdes in 24 Stunden 55 Unzen und 7 Drachmen Speichel, wovon 12 Unzen auf die innerhalb 2 Stunden erfolgte erste Fütterung, 10 Unzen 9 Drachmen auf die Zeit von 3 Stunden zwischen der ersten und zweiten Mahlzeit kommen.

Ueber die chemische Natur des Speichels von Menschen und Säugethieren besitzen wir ausgezeichnete Arbeiten von Berzelius (*Thierchemie*), Gmelin (Tiedemann und Gmelin *die Verdauung nach Versuchen. Heidelb.* 1826.) und Mitscherlich (*a. a. O.*).

Der Mundspeichel ist ein fadenziehendes Gemenge von Speichel und Schleim. In einem hohen schmalen Gefäss gesammelt, trennt er sich nach Berzelius allmählig in eine obere, klare, farblose und eine untere Schicht, welche ein Gemenge derselben Flüssigkeit und einer weissen undurchsichtigen Masse ist. Mit Wasser verdünnter und geschüttelter Speichel lässt den Schleim vollständiger zu Boden fallen. In Hinsicht der sauren oder alkalischen Reaction ist der Speichel sich nicht gleich. Tiedemann und Gmelin fanden ihn bei Menschen meist schwach alkalisch, zuweilen neutral, nie sauer. Schultze (*vergl. Anat.*) fand ihn beim

Menschen sauer, wenn er lange in der Mundhöhle verweilt hatte, alkalisch immer bei Kindern. Speichel von Hunden und Schafen aus dem Stenon'schen Gang selbst aufgefangen fand Gmelin alkalisch. C. H. Schultz fand den Speichel des Menschen in der Regel alkalisch, so zwar, dass eine Drachme Speichel zur Saturation einen Tropfen Weinessig erforderte. Auch der Speichel des Pferdes war alkalisch. Nach der Saturation soll der Speichel allmählig wieder alkalisch werden. Mitscherlich fand den Speichel einer Speichelfistel während des Essens und Trinkens, und schon nach dem ersten Bissen, alkalisch, ausser dieser Zeit sauer. Die Alkalescenz des Speichels soll nach Schultz von Ammonium herrühren; nach Mitscherlich dagegen giebt der frische Speichel auch beim Erwärmen kein Ammoniak, und das freie Alkali ist fix.

Der Speichel enthält an und für sich keine Structuren, aber im Munde ist er mit abgestossenen Epitheliumzellen von der Mundschleimhaut und den Speichelgängen vermengt.

Nach Berzelius enthält der Speichel des Menschen ohngefähr 1 Proc. von aufgelösten Stoffen. Der Speichel hatte in Mitscherlich's Versuchen ein specifisches Gewicht von 1,0061—1,0088; in Schultz's Versuchen hatte der Pferdespeichel ein specifisches Gewicht von 1,0125.

Der Rückstand des Speichels nach dem Abtrocknen ist durchsichtig. Alkohol zieht daraus eine kleine Menge Osmazom mit etwas Chlornatrium, Chlorkalium und milchsaurem Alkali aus. Der in Alkohol ungelöste Theil ist schwach alkalisch und enthält Natron. Der ausgezogene Rückstand besteht nun aus einem Gemenge von Schleim ($\frac{1}{3}$) und einem eigenen Stoff, Speichelstoff. Die Auflösung desselben im Wasser ist etwas schleimig und wird durch Kochen nicht unklar. Beim Abdunsten erhält man den Speichelstoff, der nach Berzelius durchsichtig, farblos, nach Tiedemann und Gmelin hellbraun und undurchsichtig ist. Nach Mitscherlich ist er gelbbraun, wenn man das Alkali nicht sättigt, und zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, ist dagegen fast ganz weiss und zerfliesst nicht, wenn das freie Alkali zu Anfang der Analyse neutralisirt worden ist. Der weisse Speichelstoff löst sich nach dem vorsichtigen Eintrocknen ganz (nicht zum Theil wie der braune) im Wasser auf. Der Speichelstoff des neutralisirten Speichels reagirt nicht alkalisch, wie Mitscherlich bemerkt; ohne Neutralisation des Speichels reagirt er alkalisch. Mit Wasser begossen wird der Speichelstoff wieder aufgelöst zu einer klaren Flüssigkeit, die nach Berzelius und Mitscherlich weder von Galläpfelinfusion, Quecksilberchlorid, Eisenchlorid und basischem essigsaurem Bleioxyd (Berzelius), noch von starken Säuren gefällt wird, nach Gmelin dagegen von Galläpfelinfusion, Kalkwasser und der Auflösung von Alaun, den neutralen Oxydsalzen von Kupfer, Blei und Eisen, von Quecksilberchlorid und salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird. Nach Mitscherlich fällt salpetersaures Silberoxyd allerdings den Speichelstoff, auch essigsaures Bleioxyd, letzteres den ohne vorherige Neutralisation des Speichels dargestellten Speichelstoff. Der nach Ausziehung des

Speichelstoffes mit kaltem Wasser zurückbleibende Schleim enthält nach Berzelius viel Knochenerde, woraus sich wahrscheinlich der, aus phosphorsaurem Kalk bestehende Weinstein der Zähne bildet. Tiedemann und Gmelin erhielten aus dem Speichel des Menschen beim Abdampfen 1,14 bis 1,19 Proc. feste Theile, die 0,25 Theile Asche gaben, wovon 0,203 in Wasser löslich, und 0,047 phosphorsaure Erdsalze waren. 100 Theile Rückstand von verdünntem Speichel gaben:

in Alkohol lösliche, nicht in Wasser lösliche Substanz (phosphorhaltiges Fett) in Alkohol und in Wasser lösliche Stoffe: Osmazom, Chlorkalium, milchsaures Kali, Schwefelcyankalium	31,25
aus der Lösung in kochendem Alkohol beim Erkalten niedergefallene thierische Substanz mit schwefelsaurem Kali und etwas Chlorkalium	1,25
nur in Wasser lösliche Stoffe: Speichelstoff mit viel phosphorsaurem und etwas schwefelsaurem Alkali und Chlorkalium	20,00
weder in Wasser noch Alkohol lösliche Stoffe: Schleim, vielleicht etwas Eiweiss mit kohlensaurem und phosphorsaurem Alkali	40,00
	92,50

Nach Mitscherlich's Analyse enthält der Speichel folgende Salze:

Chlorkalium	0,18	Proc.
Kali (an Milchsäure gebunden)	0,094	—
Natron (an Milchsäure gebunden)	0,024	—
Milchsäure	?	
Natron (wahrscheinlich mit Speichelschleim verbunden)	0,164	—
phosphorsauren Kalk	0,017	—
Kieselerde	0,015	—

Die näheren organischen Bestandtheile des Speichels verhielten sich in Mitscherlich's Analyse ähnlich wie in der von Berzelius. Ein von Mitscherlich gefundener, in Wasser und absolutem Alkohol löslicher, gelbröthlicher Stoff giebt mit Säuren, Kali, Ammonium und Sublimat keinen, mit essigsaurem Bleioxyd und Eisenchlorid, salpetersaurem Silberoxyd einen Niederschlag.

Die Existenz der Materie, welche Tiedemann und Gmelin als Schwefelcyan erweisen, hat zuerst Treviranus im Speichel ermittelt. *Biolog.* 4. 565. Er hatte nämlich gefunden, dass Speichel, mit einer neutralen Auflösung eines Eisenoxydsalzes vermischt, tief dunkelroth werde. Tiedemann und Gmelin bestätigten diese Färbung, wobei ich jedoch bemerken muss, dass in meinen Versuchen der Speichel nur rostfarbenroth, nicht purpurfarben wurde, ich mochte nun verschiedene Eisenoxydsalze anwenden. Vergl. oben p. 129. Kuehn bezweifelt die Gegenwart von Schwefelcyan im Speichel, weil er sowohl nach Ure's als nach Gmelin's Verfahren keine Schwefelsäure entstehen sah. Wenn Speicheldestillat Eisenoxydsalz röthet, so kann es in Folge von essigsauren Salzen geschehen seyn, — eine Farbenveränderung, die wirklich essigsaure Salze mit salzsaurem Eisenoxyd bewirken. Schweigger's *J.* 59. 378. Vergl. Schultz *a. a. O.* Kastner be-

merkt, dass die durch Essigsäure erzeugte Färbung doch nie vollkommen blutroth ist. Hier muss ich jedoch erinnern, dass auch die des Speichels nicht blutroth ist. Ure (*Journ. of Sc. litt. a. A. — N. S.* 7. 60.) hält das Schwefelcyan im Speichel durch seine Versuche für ganz ausser Zweifel gesetzt (?).

Bei den Insecten ist der Speichel nicht genau untersucht, er scheint nach Renger (*physiol. Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten. Tüb.* 1817.) alkalisch.

b. Magensaft.

Die Magenflüssigkeiten sind zur Zeit der Verdauung immer sauer. Diese saure Beschaffenheit fehlt jedoch meist ausser der Zeit der Verdauung. Carminati (*über die Natur des Magensaftes. Wien* 1785. 8.) fand den Magensaft bei fastenden, fleischfressenden Thieren niemals sauer, aber diese Reaction deutlich, sobald sie Fleisch gefressen hatten. Derselbe fand auch den Magensaft pflanzenfressender Thiere sauer, dagegen keine vorstechende Säure im Magensaft des Menschen und der Thiere von gemischter Nahrung, wo sie gleichwohl zur Zeit der Verdauung vorhanden ist. Tiedemann und Gmelin fanden die im Magen nüchterner Pferde und Hunde vorkommende Flüssigkeit fast ganz neutral oder nur kaum sauer, dagegen eine entschieden saure Reaction, sobald den Thieren nur mechanische Reize, wie Steine oder Pfeffer, beigebracht wurden. Diess haben auch Leuret und Lassaigne beobachtet. In diesen Fällen war nur der Magensaft sauer, die Eigenschaft rührte nicht von den Absonderungen in der Speiseröhre her, denn letztere reagirte in diesen Fällen nicht sauer. Nach Schultz erfordert 1 Theil Chymus etwas mehr als 1 Proc. Kali carbonicum zur Saturation.

Die Quelle der Absonderung des Succus gastricus sind die einfachsten mikroskopischen Drüschen der innern Fläche des Magens, wenigstens bei den Thieren, wo keine besonderen Drüsen zu dieser Absonderung vorhanden sind. Ihr Bau ist von Sprott, Boyd, Bischoff, Purkinje, Wassmann, Henle untersucht, auf dessen allgemeine Anatomie ich in dieser Hinsicht verweise. Tiedemann und Gmelin haben die das Gerinnen der Milch bewirkende Eigenschaft des Magens nicht blos in der Portio pylorica, sondern auch in der Portio cardiaca wahrgenommen. Bei mehrern Säugethieren kommen übrigens besondere Drüsen im Magen vor, wie die grosse Drüse des Bibers, deren Saft wahrscheinlich zur Auflösung der Rinden bestimmt ist; ähnliche Drüsen finden sich in der Portio cardiaca des Magens bei Myoxus, Halmaturus, Phascolomys, u. a.; und es gehört hierher ebenfalls der Proventriculus der Vögel, zwischen dessen innerer Haut und Muskelhaut sich eine ganze Schicht blinddarmförmiger Drüsen mit gesonderten Mündungen befindet. Diese Drüsen sind hier einfache, aggregirte, selten Haufen zusammengesetzter Blinddärmchen. Siehe darüber Home *lectures on comparative anatomy. T. II.*

Die erste genauere chemische Untersuchung des Magensaftes ist von Prout *philos. Transact.* 1824. *p.* 1. Er zeigte, dass sich im Magensaft des Kaninchens, Hasen, Pferdes, Kalbes, Hundes

freie Chlorwasserstoffsäure befindet, auch hat er wie Children (*Ann. of philos. Jul.* 1824.) Salzsäure in der von Dyspeptischen erbrochenen Flüssigkeit gefunden. Auch Prevost und Le Royer (Froriep's *Not.* 9. 194.) bestätigten die Salzsäure im Magensaft. Leuret und Lassaigne haben diese geläugnet, allein Prout hat ihre Einwürfe widerlegt. *Annals of philos. N. S. Dec.* 1826. 405. Tiedemann uud Gmelin fanden dagegen 3 Säuren im Magensaft: 1) Salzsäure, im Magensaft der Hunde und Pferde. 2) Essigsäure, im Magensaft derselben. 3) Buttersäure. Diese Säure fanden die deutschen Naturforscher zwei Mal im Magen des Pferdes. Schultz hat den Chymus mit Wasser destillirt, und gefunden, dass die Säure bei vielen Thieren zum Theil oder ganz flüchtig ist. Eine flüchtige Säure fand sich vor bei einem Pferde, das mit Hafer, bei einem Schweine, das mit Erbsen, bei einem Kalbe und bei Schafen, die mit Gras gefüttert worden; dagegen war die Säure nicht flüchtig bei allen fleischfressenden Thieren, bei säugenden Schafen, bei mit Heu gefütterten Pferden und bei Kaninchen, die mit Brot, Gras und Kartoffeln gefüttert waren. Bei Schafen, welche Hafer oder frisches Gras bekommen hatten, war die Säure im ersten Magen flüchtig, im vierten Magen aber nicht flüchtig. Die Säure schien nach seinen Versuchen freie Essigsäure zu seyn, dagegen die Salzsäure nach Schultz im Chymus nicht frei, sondern mit Kali verbunden vorkommen soll.

Die im nüchternen Zustande bei den wiederkäuenden Thieren in den beiden ersten Magen sich sammelnde Flüssigkeit enthält viel kohlensaures Alkali, nach Prevost und Le Royer (Froriep's *Not.* 9. *p.* 194.); Tiedemann und Gmelin haben diess bestätigt. Nur der dritte und noch mehr der vierte Magen enthält sauren Magensaft.

Noch niemals ist der Magensaft des Menschen in so grosser Quantität, so rein und so häufig untersucht worden, als von Beaumont, welcher bei einem Manne mit Magenfistel während mehrerer Jahre eine grosse Reihe von Versuchen über den Magensaft anstellte. Er hat es bestätigt, dass der Magen im nüchternen Zustande keinen Magensaft enthält, und dass die den Magen benetzende Feuchtigkeit in diesem Zustande nicht sauer reagirt; sobald aber Speisen in den Magen gelangen, tritt diese Absonderung ein und der Magen reagirt sauer. Beaumont hat die Absonderung des Magensaftes durch künstlich eingebrachte, mechanisch wirkende Mittel, wie eine Kautschuckröhre oder die Kugel des Thermometers, mit welcher er den Magen reizte, erst dann hervorgebracht, nachdem er sich vorher überzeugt hatte, dass nichts in dem Magen war, und dass die Magenwände nicht sauer reagirten. Nach jener mechanischen Reizung entstand nun in allen, so oft wiederholten Versuchen eine ziemlich beträchtliche saure Absonderung, so dass er bei jenem Subjecte oft gegen 1 Unze Magensaft sammeln konnte. In diesem reinen Zustande ist der Magensaft früher noch niemals untersucht worden. Beaumont beschreibt den Magensaft folgendermassen:

Der Magensaft ist ein klares Fluidum ohne Geruch, von etwas salzigem und sehr merklich saurem Geschmack; er schmeckt

wie eine dünne Auflösung von Mucilago, welche von Salzsäure leicht gesäuert ist; er ist in Wasser, Wein, Weingeist auflöslich, mit Alkalien effervescirt er leicht, er schlägt das Eiweiss nieder, fault sehr schwer und hindert die Fäulniss in thierischen Stoffen. Speichel soll dem Magensaft eine blaue Färbung und ein schaumiges Ansehn mittheilen; gegen Nahrungsstoffe verhält er sich auch ausser dem thierischen Körper als ein Lösungsmittel, wie die vielen von Beaumont angestellten Versuche beweisen. Dieser Autor hat den Magensaft von Dunglison untersuchen lassen. Er enthielt freie Salzsäure und Essigsäure, phosphorsaure und salzsaure Salze aus den Basen von Kali, Natron, Magnesia und Kalk, und eine thierische Materie, welche in kaltem Wasser löslich, in heissem aber unlöslich ist.

Die Flüssigkeit des Kropfs der Vögel reagirt nach Tiedemann und Gmelin gemeiniglich sauer. Die Flüssigkeit des Drüsenmagens enthielt auch im nüchternen Zustande eine freie Säure. Die Milch gerinnt durch den Magensaft der Vögel. Die Säure des Magensaftes rührt von Salzsäure und wahrscheinlich auch von Essigsäure her. Treviranus (*Biol. IV.* p. 362.) hat die Frage angeregt, ob der Magensaft der Vögel Flusssäure enthalte, da nach Brugnatelli (Crell *Annalen* 1787. *I. p.* 230.) Bergkrystall und Achat in Röhren eingeschlossen nach 10tägigem Verweilen im Magen der Hühner und Truthühner deutlich angegriffen waren, und 12 bis 14 Gran an Gewicht verloren hatten und Treviranus selbst Aehnliches an einer Porzellanschale, worin Chymus der Hühner digerirt wurde, bemerkt hatte. Tiedemann und Gmelin konnten diess nicht sicher entscheiden. Sie digerirten den Magensaft von Enten in einem Platintiegel, der mit einer mit Wachs überzogenen radirten Glasplatte bedeckt war, fanden aber nach 24 Stunden keine Spur von Aetzung am Glase. Sie schliessen hieraus nicht, dass der Magensaft der Vögel keine Flusssäure enthalte, da Fluorcalcium wenigstens in verschiedenen thierischen Theilen, wie im Harn und in den Knochen, bereits gefunden ist, *l. c. T.* 2. *p.* 139.

Der Magensaft der Amphibien reagirt meist sauer, auch der Magen der Fische enthält besonders im gefüllten Zustande auch eine freie Säure. Es war aus anderen Gründen wahrscheinlich, dass auch hier Salzsäure und Essigsäure die Lösungsmittel seyen. Leuret und Lassaigne (*recherches physiol. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris* 1825.) halten die freie Säure des Magensaftes in allen 4 Classen für Milchsäure.

Nach einer Entdeckung von Eberle besteht das auflösende Princip des Magensaftes nicht in dieser Säure, sondern es ist die Natur des Magenschleimes wie alles Schleimes, im gesäuerten Zustande eine Zersetzung, und folgende Auflösung der Nahrungsstoffe herbeizuführen. Eberle *Physiologie der Verdauung. Würzburg* 1834. Daher lässt sich mit säuerlichem Magenschleim auch ausser dem thierischen Körper eine künstliche Verdauung von Nahrungsstoffen bewirken. Siehe J. Mueller und Schwann *über die künstliche Verdauung des geronnenen Eiweisses.* Mueller's *Arch.* 1836. 66. Dass anderer Schleim als Magenschleim säuerlich ge-

macht zur künstlichen Verdauung hinreiche, wie Eberle angegeben, ist nicht richtig, und schon hieraus geht hervor, dass das Verdauungsprincip nicht der Schleim selbst, sondern ein eigenthümlicher, im Magenschleim enthaltener Stoff seyn muss. Es ist derselbe Stoff (*Laab, Pepsin*), welcher die Milch im Magen gerinnen macht. Seine lösende Kraft äussert er nur im gesäuerten Zustande. Das Nähere darüber kann erst später bei der Lehre von dem Verdauungsprozesse beigebracht werden.

Da es ausgemacht ist, dass der Magensaft auch ausser dem thierischen Körper auflösend auf thierische Theile wirkt; so ist es nicht wunderbar, wenn der Magen nach dem Tode zuweilen davon angegriffen wird und schneller als andere Theile sich erweicht, wie man diess besonders bei Kaninchen und kleinen Kindern findet, was von Rudolphi ohne Grund von der Fäulniss abgeleitet wird.

c. Galle.

Die Absonderung der Galle ist eine in der Thierwelt so weit verbreitete, und in ihrer Verkettung mit dem Verdauungsprocess so wichtige Secretion, dass es von dem grössten Interesse ist, zu wissen, ob sie überhaupt jemals auch bei den niedersten Thieren entbehrlich werden kann. Bei den Polypen beobachtete Fabre (*philos. Transact.* 1837.) kleine braune Drüschen am Magen, und eine ähnliche Schichte findet sich am Darmkanal mehrerer Ringelwürmer, andere haben blinddarmförmige Anhänge am Darm wie die Aphroditen, die Planarien *).

Bei den Insecten münden bald tiefer bald höher in dem Darmkanal, immer hinter dem weiten Theil des Darms, den man für den Magen hält, die sogenannten Gallengefässe, Vasa Malpighiana ein, lange, meist paarige, gewundene Röhren mit blindem Ende. Diese Gefässe enthalten indess keine Galle, sondern nach Audouin (*l'Institut* 135.) und Chevreul (Straus-Duerckheim, *Considerations générales sur l'anatomie des anim. articul. Paris* 1828. 4. 251.) Harnsäure. Diese Gefässe secerniren überdiess während der Entwickelung der Puppe, wo nichts verdaut wird, sehr stark. Sie sind also offenbar Ausscheidungsorgane, Vasa urinaria. Sie münden erst hinter dem Theil des Darms ein, worin der Chylus gebildet wird, und bei den Larven oft kurz vor dem After. Dagegen giebt es bei mehreren Insekten höher in den Darm einmündende Blinddärmchen oder sogar ähnliche Vasa Malpighiana superiora. Ich bin geneigt, mit Meckel (*Arch.* 1826.) letztere für die gallabsondernden Organe zu halten. Mit solchen Blinddärmchen ist der bei den fleischfressenden Käfern auf den Muskelmagen folgende häutige Magen besetzt, und ähnliche Schläuche kommen bei mehreren anderen Insecten vor. Bei vielen Orthopteren, Mantis, Gryllus, Blatta giebt es ähnliche Blinddärmchen hin-

*) Die Seesterne haben, ausser den Blinddärmen ihres Magens in den Armen, noch eine besondere blinddarmartige Drüse am Rücken des Magens, welche einen braunen Saft absondert und welche einige für ein Analogon der Leber halten.

ter dem auch hier vorkommenden Muskelmagen, und bei Locusta, Acheta, Gryllotalpa münden die Vasa Malpighiana superiora in besondere schlauchartige Anhänge des Darms hinter dem Muskelmagen ein. Was man bei den Insecten Magen nennt, jener weitere mittlere Theil des Darms, bald allein, bald hinter einem Muskelmagen, ist etwas ganz Anderes als der Magen der höheren Thiere; die Speisen werden hier aufgelöst und dringen von hier aus in den Fettkörper, der alle Organe verhüllt; dieser Theil des Darms ist die Pars chylopoëtica, während die Excrementbildung von der Einmündungsstelle der Vasa Malpighiana oder urinaria anfängt. Diese Darlegung wird noch sicherer, wenn wir bei den Spinnen, namentlich beim Scorpion, am obern Theil des Darms wahre gallenabsondernde Gefässe, am untern Theil Vasa Malpighiana antreffen. Siehe meine Schrift *de penit. gland. struct. Tab.* 8. *Fig.* 8.

Die Absonderung der Galle geschieht, wie sich aus der Vertheilung der Blutgefässe in der Leber ergiebt (p. 360.), hauptsächlich aus dem Pfortaderblute. Für die Ansicht, dass die Gallenabsonderung auch aus arteriellem Blute geschehen kann, sind Fälle angeführt worden, in welchen die Pfortader, statt sich in der Leber zu verbreiten, vielmehr in die untere Hohlader überging. Dieses sah Abernethy (*Philos. Transact.* 1793.) bei einem 10monatlichen Knaben, und Lawrence (*Medico-chirurg. Transact.* 5. 174.) theilte einen Fall von einem mehrjährigen Kinde mit. Da indess in dem Falle von Abernethy die Vena umbilicalis noch durchgängig war und sich in der Leber verzweigte, so kann, wie Kiernan bemerkt, das Arterienblut, nachdem es durch die Vasa vasorum die Leber ernährt, venös geworden, in die Zweige der Umbilicalvene getreten seyn, so wie es nach Kiernan's Vorstellung venös geworden sonst in die Aeste der Pfortader übergeht; in diesem Fall könnte also die Absonderung doch aus venösem Blute statt gefunden haben. Kiernan, *Philos. Transact.* 1833. *P. II.*

Durch Unterbindung der Pfortader wird die Absonderung der Galle gehemmt. Simon, *Nouv. bull. des sc. par la soc. philomat.* 1825. Phillips, *Lond. med. gaz.* 1833. *Jun.* Nach Phillips Versuchen soll auch nach Unterbindung der Pfortader Galle, wiewohl in geringer Menge, gebildet werden. Diess erklärt sich theils aus der Einmündung der Venulae nutritiae, welche das Blut der Leberarterie führen in die Pfortaderzweige der Leber, theils aus dem untergeordneten Antheil der Leberarterie an dem Capillarnetz der Lobuli. Nach Unterbindung der Arteria hepatica tritt keine Veränderung der Gallenabsonderung ein.

Die Gallenblase der Wirbelthiere zeigt sich in der Entwickelungsgeschichte als Divertikel oder Auswuchs des Ausführungsganges der Leber. Siehe meine Schrift *de penit. gland. struct.* Beim Menschen und bei mehreren Säugethieren kann die aus dem Lebergang dem Ductus choledochus zufliessende Galle, durch Verschliessung der Darmmündung des letztern, oder verlängerte Contraction des Ganges in den Ductus cysticus und die Gallenblase ausweichen, wie denn diess im nüchternen Zustand vorzüg-

lich geschieht. Bei den Thieren erhält die Gallenblase aber häufig am Halse oder Grunde besondere Lebergänge, Ductus hepatico-cystici, die beim Menschen nicht vorhanden sind. Bei den Vögeln mündet der Lebergang, vom Ductus cysticus getrennt, in das Duodenum. Die Gallenblase erhält ihre Galle durch besondere Lebergänge am Halse oder Grunde. Bei den Reptilien gelangt die Galle durch Aeste des Leberganges in die Gallenblase. Bei den Fischen verbinden sich alle Leberäste mit der Gallenblase oder dem Ausführungsgange derselben. Cuvier, *vergl. Anat.* 3 *p.* 597. Wahre Ductus hepatico-cystici kennt Rudolphi (*II.* 2. 153.) unter den Hausäugethieren nur vom Rinde (8—10).

Mehrere Thiere haben gar keine Gallenblase. Hierher gehören unter den Säugethieren die Einhufer, ferner die Hirsche und Kameele, Elephant, Nashorn, Daman, Pekari, Hystrix dorsata, Hamster, viele Mäusearten, die Tardigraden, Rytina, der Braunfisch und Tümmler unter den Cetaceen. Unter den Vögeln fehlt sie beim Papagey, Kukuk, Straus, Taube, Holztaube, und Haselhuhn. Unter den Fischen fehlt sie bei der Lamprete (nicht bei Ammocoetes und den Myxinoiden)*). Also zeigt sich in dem Mangel derselben nichts Gesetzmässiges, obgleich diejenigen Thiere, denen sie fehlt, meist Pflanzenfresser sind und mehrentheils beständig verdauen. Allein sehr viele Pflanzenfresser besitzen eine Gallenblase. Wo sie fehlt, ist häufig der Ausführungsgang der Leber sehr erweitert, wie beim Pferde.

Die Galle ist grün, bitter schmeckend und ekelhaft riechend, die Lebergalle heller, die Gallenblasengalle wegen Resorption flüssiger Theile consistenter und grüner, von aufgelöstem Schleim fadenziehend. Was die Galle grün macht, ist aufgelöst. Im frischen Zustande ist die Galle nach Schultz immer alkalisch. Die Galle gerinnt nicht beim Kochen.

Die Bestandtheile der Galle fallen verschieden aus nach den angewandten Methoden und sind sehr veränderlich nach den Einflüssen, die sie erfahren. Da man aus diesen Gründen noch zu keinen sichern Ansichten über die Zusammensetzung der Galle gekommen ist, so ist ein historischer Bericht über die Veränderungen in den Ansichten über die Galle einer summarischen Darstellung vorzuziehen. Berzelius *Analyse der Ochsengalle von* 1807. Wird Ochsengalle bis zur Consistenz von Extract abgedampft und dann mit Alkohol vermischt, so bleibt eine gelbgraue Substanz der Galle ungelöst; sie ist, da sie auch von Essigsäure aus der Galle niedergeschlagen wird, nicht Eiweiss, sie ist vielmehr der Schleim der Gallenblase. Diese durch Säure aus der Galle nie-

*) Nach Cuvier l. c. 591. soll sie noch bei einigen andern Fischen fehlen; aber diese Angaben bedürfen einer Revision, und sind auch schon theilweise z. B. in Hinsicht des Lump, durch Stannius berichtigt. Ich finde die Gallenblase bei Ammocoetes, dem sie von Rathke abgesprochen wird. Unter den Amphibien kennt man keine hinlänglich sichern Beispiele vom Mangel der Gallenblase. Ich vermisste sie bei einer Testudo nigra s. elephantopus, aber in einer andern grossen Landschildkröte fand ich sie fast eingehüllt von Lebersubstanz.

dergeschlagene Materie, und der von der Gallenblase abgeschabte Schleim mit Säure behandelt, verhalten sich ganz gleich.

Die Auflösung von eingetrockneter Galle in Alkohol enthält die wesentlichen Bestandtheile der Galle. Destillirt man den Alkohol ab, löst den Rückstand mit wenig Wasser und vermischt ihn mit etwas verdünnter Schwefelsäure, so hat man in dem grüngrauen Niederschlage eine Verbindung mit dem characteristischen bittern Stoff der Galle. Denselben Stoff erhält man in gleicher Verbindung, wenn man von Gallenschleim befreite Galle mit weniger verdünnter Säure versetzt. Die Flüssigkeit, woraus der bittere Stoff niedergeschlagen wird, enthält Osmazom, Kochsalz, milchsaures Natron gleich dem Blutwasser.

Die von Schwefelsäure mit dem bittern Stoff der Galle erhaltene Verbindung ist in Alkohol wie ein Harz auflöslich, wird daraus durch Wasser niedergeschlagen, und zeigt die Charactere eines Harzes. Man erhält den bittern Stoff aus dieser Verbindung, indem die Auflösung dieser Materie in Alkohol mit kohlensaurem Baryt digerirt wird, die Schwefelsäure wird dann abgeschieden und der bittre Stoff bleibt aufgelöst. Berzelius hat diesen Stoff Gallenstoff genannt. Gmelin hielt ihn für ein Gemenge von mehreren Stoffen. Der abgeschiedene Gallenstoff enthält eine gewisse Menge Fett, welches sich durch Aether daraus ausziehen lässt. Chevreul und Gmelin haben dieses Fett aus der concentrirten Galle selbst durch Aether ausgezogen. Es besteht theils aus verseiftem Fett (fetten Säuren), theils aus einem eigenen, nicht mit Alkali verbindbaren Gallenfett. Der reine Gallenstoff wird von Wasser aufgelöst, und die Auflösung besitzt Farbe und Geschmack der Galle. Der Gallenstoff ist gelbbraun grünlich, doch scheint die Farbe von einem Farbestoff herzurühren, denn der Gallenstoff lässt sich fast farblos darstellen. Beim Erhitzen schmilzt der Gallenstoff unter Aufblähen, verkohlt, raucht, entzündet sich und verbrennt mit russender leuchtender Flamme, und hinterlässt eine schwer verbrennliche aufgeschwollene Kohle. Der Gallenstoff ist in Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen löslich, aber unlöslich im Aether. Der Gallenstoff wird auch von Alkali aufgelöst. Berzelius glaubt, dass das in der Galle enthaltene kohlensaure Natron mit dem Gallenstoff chemisch verbunden ist. Von Galläpfelinfusion wird der Gallenstoff aus Wasser nicht gefällt, wohl aber von Metallsalzen. Nach der Analyse von Berzelius enthält die Ochsengalle:

Wasser	90,44
Gallenstoff mit Fett	8,00
Gallenblasenschleim	0,30
Osmazom, Kochsalz und milchsaures Natron	0,74
Natron	0,41
phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalkerde und Spuren von einer im Alkohol unlöslichen Substanz	0,11
	100,00

Prout's Analyse stimmt im Wesentlichen mit der von Berzelius, dagegen erhielt Thenard (1806) bei einer andern Methode

andere Resultate (*mém. de la soc. d'arc.* 1. 23.). Er analysirte die Galle mit essigsaurem Bleioxyd. Nachdem er nämlich eine von ihm für Eiweiss gehaltene Materie der Galle mit Salpetersäure gefällt hatte, vermischte er die filtrirte und verdünnte Flüssigkeit mit einer Auflösung von basischem essigsaurem Bleioxyd. Dasjenige, was beim Zusatz von Salpetersäure zum Niederschlag ungelöst bleibt, nannte er Gallenharz. In dem noch flüssigen Theile der mit Bleisalz versetzten Galle fällte er durch neuen Zusatz von Bleisalz eine andere Substanz, welche nach Abscheidung des Bleisalzes ganz im Wasser löslich ist, nämlich eine extractartige, süssliche, bittere Masse, die er Pikromel nannte.

Thenard's Gallenharz ist grün und bitter, beim Schmelzen wird es gelb. Es ist in geringer Menge in Wasser löslich, und wird daraus durch Schwefelsäure gefällt. Seine Auflösung im Alkohol wird durch Wasser niedergeschlagen. Im Alkali ist es löslich und wird daraus durch Säure gefällt. Pikromel ist zähe, hellgelb, im Aeussern wie Terpenthin. Es ist im Wasser und Alkohol löslich, aber nicht im Aether. Es wird von basischem essigsaurem Bleioxyd, von Eisenoxydsalzen und salpetersaurem Quecksilberoxydul gefällt. Gallenharz ist im Pikromel auflöslich und es wird hierdurch wieder Galle gebildet.

Berzelius machte es wahrscheinlich, dass statt dieser beiden Stoffe Gallenharz und Pikromel nur der einzige Gallenstoff anzunehmen sey, welcher wegen seiner Eigenschaft, durch Verbindung mit Mineralsäure ein Harz zu bilden, zur Annahme des Gallenharzes veranlasst habe. Gmelin bestätigte dagegen Thenard's Ansicht, dass in der Galle wirklich Pikromel nebst einem Harz enthalten ist, oder einer Materie, die durch geringe äussere Einflüsse in Gallenharz verwandelt wird. Gmelin führt in seiner Chemie das Gallenharz unter den stickstofffreien, das Pikromel unter den stickstoffhaltigen Körpern auf.

Die Resultate von Gmelin's Analyse der Ochsengalle geben:

1. moschusartig riechenden Stoff; er wird durch Destillation der Galle erhalten, wobei er als riechendes Wasser übergeht.

2. Gallenfett, Cholestrin. Bestandtheil der Gallensteine, von Chevreul in der frischen Galle nachgewiesen, auch in anderen Theilen, im Blut nach Boudet, sonst meist krankhaft vorkommend, wie in dem Wasser der localen Wassersuchten, Hydrocele, im Markschwamm. Man gewinnt das Gallenfett der Galle, indem man die abgedampfte Galle mit Aether schüttelt, welcher es auszieht. Nach dem Abdestilliren eines Theils des Aethers krystallisirt es beim Erkalten aus dem Rückstand, verunreinigt mit Oelsäure, von der es sich durch Auflösen in kochendem Alkohol reinigen lässt, aus dem es beim Erkalten anschiesst. Gallenfett krystallisirt in weissen perlmutterglänzenden Blättern, ist ohne Geruch und Geschmack und schwimmt auf Wasser. Von kaustischem Kali lässt sich das Gallenfett nicht auflösen oder verseifen, worin einer seiner Hauptcharactere besteht. Hierin stimmt es mit Hirnfett überein, enthält aber keinen Phosphor; es ist das kohlenstoffhaltigste aller Fettarten.

3. Oelsäure, ein blassgelbes, halb durchsichtiges Oel, Lacmuspapier röthend.

4. Talgsäure, krystallisirt in farblosen perlmutterglänzenden Blättchen. Die Auflösung in Weingeist röthet das Lacmuspapier.

5. Cholsäure, eine neue Substanz, krystallisirt in feinen Nadeln, von scharfsüssem Geschmack, enthält Stickstoff, und ist in kochendheissem Wasser etwas löslich; die Lösung röthet Lacmuspapier; im Alkohol ist sie leicht löslich. Von Schwefelsäure wird sie aufgelöst und daraus wieder vom Wasser gefällt. Die von Cholsäure gebildeten Salze sind löslich und zuckersüss; die Säure ist stärker als Harnsäure und zersetzt auch in der Kälte die kohlensauren Alkalien.

6. Gallenharz, in der Kälte spröde, bei mässiger Wärme weich, von brauner Farbe, hell durchscheinend, auflöslich im Alkohol und daraus durch Wasser fällbar. Es brennt, über 100 Grad erhitzt, mit russender Flamme und aromatischem Geruche, und hinterlässt eine schwammige, leicht verbrennliche Kohle. In concentrirter Schwefelsäure löst es sich langsam auf, Wasser schlägt es daraus in Flocken nieder. Es wird weder von Salzsäure noch Essigsäure aufgelöst. Es verbindet sich leicht mit kaustischem Kali, diese Verbindung löst sich in reinem Wasser auf; es wird leicht von kaustischem und kohlensaurem Ammoniak, nicht von kohlensaurem Kali aufgelöst; alkoholfreier Aether löst fast nichts auf. Gmelin a. a. O. I. 57.

7. Taurin, ein neuer Stoff, in grossen, farblosen, durchsichtigen Krystallen, irregulären sechsseitigen Säulen mit 4- oder 6seitiger Zuspitzung. Die Krystalle knirschen zwischen den Zähnen und schmecken piquant; sie sind weder sauer noch alkalisch, verändern sich selbst bei + 100° C. nicht in der Luft. Im offenen Feuer kommt das Taurin in dicken Fluss, wird braun, bläht sich auf, und hinterlässt eine leicht verbrennliche Kohle. Taurin ist löslich im Wasser, sehr wenig in kochendem Alkohol, fast gar nicht in wasserfreiem Alkohol; es enthält etwas Stickstoff. Gmelin l. c. 61.

8. Pikromel.

9. Farbstoff der Galle (stickstoffhaltig). Der Farbstoff der Galle zeigt ein characteristisches Verhalten gegen Salpetersäure, und wird vermittelst derselben auch erkannt, wenn er in der Gelbsucht etc. in das Blut und den Urin aufgenommen worden. Harn, wenn er Farbestoff der Galle enthält, wird, wenn man ihn mit einem gleichen Volum Salpetersäure vermischt, zuerst grünlich, dann dunkelgrün, darauf schmutzig roth und später braun.

10. Osmazom. 11. Eine Materie, die beim Erhitzen Harngeruch entwickelt. 12. Eine pflanzenleimartige Materie. 13. Eiweiss. 14. Gallenblasenschleim. 15. Käsestoff. 16. Speichelstoff. 17. Zweifach kohlensaures Natron. 18. Kohlensaures Ammonium. 19. Essigsaures Natron. 20—26. Oelsaures, talgsaures, cholsaures, schwefelsaures und phosphorsaures Kali und Natron, Kochsalz und phosphorsaurer Kalk.

Gmelin hat in der Galle des Menschen Gallenfett, Gallen-

harz, Pikromel und Oelsäure gefunden; ausserdem haben Frommherz und Gugert (Schw. *Journ.* 50. 68.) in der Menschengalle noch Färbestoff, Speichelstoff, Käsestoff, Osmazom, ölsaures, cholsaures, talgsaures, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron mit wenig Kali, und phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren Kalk gefunden.

Berzelius machte es schon längst wahrscheinlich, dass die Bestandtheile der Galle eine so grosse Neigung zu Veränderungen in der Zusammensetzung haben, dass sie durch Einwirkung von ungleichen Reagentien, in verschiedene Verbindungen zersetzt werden, die verschieden ausfallen, nach den zu ihrer Scheidung eingeschlagenen ungleichen Methoden, gerade so wie Oele und Fette durch Einwirkung von Basen in Zucker in fette Säuren umgewandelt werden.

Diese Ansicht hat sich bestätigt. Demarcay (*ann. chim. phys.* 1838. *Fevr.* 171.) hat nämlich gezeigt, dass der in Wasser lösliche bittere Bestandtheil der Galle durch anhaltendes Kochen mit Mineralsäuren in Ammoniak, Taurin und Gallenharz und durch langes Kochen mit Kali in Cholsäure verwandelt werden kann. Nach Demarcay's Ansicht ist die Galle entsprechend der ältern Lehre eine seifenartige Verbindung einer eigenthümlichen Säure, die er Acide choleique nannte und für identisch mit Pikromel erklärte, mit Natron.

Nach der neuesten Untersuchung der Galle von Berzelius (*Thierchemie.* 3. *Auflage.* 1840. und Wagner's *physiol. Wörterb.*) ist die Zusammensetzung der Galle doch nicht so einfach. Berzelius bestätigt die Existenz des Gallenstoffs, *Bilin* als Hauptbestandtheil der Galle. Nach seiner Methode wird die von Schleim durch Alkohol befreite Galle durch Baryt von dem Farbstoff und den fetten Säuren befreit. Die Farbstoffe sind *Biliverdin*, die Ursache der grünen Farbe der Galle, es wird von Chlorbarium niedergeschlagen und ein rothgelber Farbstoff, *Bilifulvin*, wird von Barytwasser niedergeschlagen. Durch diese Ausscheidung erhält man eine weingeistige Lösung des *Bilins*, verbunden mit zwei harzigen Säuren, *Fellinsäure* und *Cholinsäure*. Diese wird sodann vom Baryt, Natron und anderen Basen befreit. Die wässrige Lösung der Verbindung von Bilin, Fellinsäure und Cholinsäure wird durch Bleioxyd zersetzt, welches mit jenen Säuren eine pflasterartige Verbindung eingeht, während das Bilin in der Lösung bleibt. Das Bilin hat die Eigenschaft sich gelöst selbst in jene Säuren umzuwandeln, die mit dem Bilin Verbindungen bilden. Bei Anwendung von Säuren entstehen aus dem Bilin nicht bloss Fellinsäure und Cholinsäure, sondern auch Taurin und Dyslysin, ein neuer harzähnlicher, in Alkohol wenig löslicher Körper. Demarcay's Acide choleique ist eine Verbindung von Bilin mit jenen harzartigen Säuren. Das Bilin ist identisch mit Gmelin's reinem Pikromel, und auch derselbe Stoff, den Berzelius bei der Analyse von 1807 unreiner erhielt und Gallenstoff nannte. Es ist blassgelb bis zum Farblosen, schmeckt bitter, ist in Alkohol und Wasser, aber nicht in Aether löslich.

Hiernach wären als Hauptbestandtheile der Galle anzusehen;

Bilin, die harzartigen Säuren, Fellinsäure und Cholinsäure, die Verbindungen dieser mit Bilin und mit Natron, und die Verbindungen der fetten Säuren, Oelsäure und Margarinsäure, mit Natron *).

Dass die seifenartigen Verbindungen jedenfalls einen wichtigen Hauptbestandsheil der Galle ausmachen, lässt sich meines Erachtens auf eine so augenfällige Art beweisen, wie es durch keine chemische Untersuchung bisher geschehen konnte. Ich mache auf zwei Thatsachen aufmerksam. Die eine ist, dass die Fischgalle als Seife benutzt wird. So gebrauchen die Isländer die Galle des Anarchichas lupus. Cuvier, *Règne animal.* Die zweite Thatsache ist die Lösung des Cholesterins in der Galle in Verbindung mit der bekannten Eigenschaft der Seife, Cholesterin zu lösen, was Licht wirft auf die Entstehung der Gallensteine.

Hünefeld hat die interessante Beobachtung gemacht, dass Bilin die Blutkörperchen auflöst, dies ruft die Angabe von Werner ins Gedächtniss, wonach Galle, zu Blut gesetzt, eine Auflösung des Blutroths im Serum bedingen soll.

d. Pankreassaft.

Bei den Fischen ist der Saft der Blinddärme klebrig und reagirt, wie Swammerdam und Tiedemann und Gmelin beobachtet, nicht oder sehr wenig sauer. Hunden hat man das Pankreas ganz oder grösstentheils zerstört, ohne dass ihre Verdauung und übrige Gesundheit gelitten hätte. Man hat nur zuweilen grössere Gefrässigkeit beobachtet. Autenrieth *Physiol.* 2. 69.

In der neuern Zeit haben Mayer, Magendie, Tiedemann und Gmelin den pancreatischen Saft der höheren Thiere untersucht. Mayer (Meckel's *Archiv.* 3. 170.) fand denselben, wie er in einem blasenartigen Behälter bei der Katze sich angesammelt hatte, alkalisch, durchsichtig. Magendie (*physiol.* 2. 367.) fand den Saft des Hundes gelblich, geruchlos, salzig schmeckend, alkalisch, auch sollte er hier wie bei den Vögeln in der Wärme gerinnen. Tiedemann und Gmelin sammelten den pankreatischen Saft eines grossen Hundes durch ein in den eingeschnittenen Gang eingelegtes Röhrchen. Alle 6—7 Secunden floss ein Tropfen aus (in vier Stunden beinahe zehn Grammen). Der Saft war klar, etwas opalisirend, liess sich in Fäden ziehen und schmeckte schwach salzig. Dieselben Versuche machten sie an einem Schaf und an einem Pferde. In diesen 3 Fällen reagirte der Saft anfangs schwach sauer, nur die zuletzt abfliessende Portion des pancreatischen Saftes vom Hunde und Pferde reagirte schwach alkalisch. A. Schultze fand den pankreatischen Saft beim Hunde, bei der Katze und beim Pferde sauer, einmal beim Hunde indifferent. Die vergleichende Analyse des Saftes jener 3 Thiere von Gmelin ergab Folgendes: Der pankreatische Saft ist sehr reich an Eiweiss, er ent-

*) In der Galle mehrerer Cyprinen (Leuciscus, Alburnus, Barbus) hat Gmelin einen krystallinischen Gallenstoff entdeckt. Die Schlangengalle enthält nach Berzelius einen eigenthümlichen Gallenstoff, der von Säuren und Alkalien nicht gefällt wird, ausserdem eine geringe Quantität eines krystallisirenden durch kohlensaures Kali fällbaren Gallenstoffs, wie die Galle jener Cyprinen.

hält kein schwefelblausaures Salz wie der Speichel enthalten soll. An festen Theilen enthält er beim Hunde 8,72, beim Schaf 4—5 Procent; die festen Theile sind

1. Osmazom.

2. Eine durch Chlor sich röthende Materie, die bloss beim Hunde, nicht beim Schafe gefunden wurde.

3. Eine dem Käsestoff ähnliche Materie, wahrscheinlich mit Speichelstoff.

4. Viel Eiweissstoff, ohngefähr die Hälfte des trockenen Rückstandes betragend.

5. Sehr wenig freie Säure, wahrscheinlich Essigsäure. Die Asche des pankreatischen Saftes beträgt beim Hunde 8,28 Proc. vom trockenen Rückstand, beim Schafe 29,7 Proc.

Sie enthält an löslichen Salzen:

a. Kohlensaures Kali (wahrscheinlich essigsaures im Safte), beim Hunde und beim Schafe.

b. Viel salzsaures Alkali.

c. Wenig phosphorsaures Alkali beim Hunde und beim Schafe.

d. Sehr wenig schwefelsaures Alkali beim Hunde und Schafe. Das Alkali war mehr Natron als Kali. Die nicht im Wasser löslichen Salze der Asche sind wenig kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk.

Aus diesen trefflichen Untersuchungen ergiebt sich die Verschiedenheit des pankreatischen Saftes und Speichels, denn der Speichel enthält Schleim und Speichelstoff, im pankreatischen Safte dagegen kommt viel Eiweiss und Käsestoff vor, kein Schleim und wenig oder kein eigentlicher Speichelstoff, Speichel ist alkalisch, Succus pancreat., frisch säuerlich. Der Speichel des Schafes enthält etwas schwefelblausaures Alkali (?), der pankreatische Saft nicht. Die übrigen Salze sind ohngefähr dieselben. Tiedemann und Gmelin *l. c. p.* 25 — 43.

Leuret und Lassaigne erhielten beim lebenden Pferde in einer halben Stunde 3 Unzen pankreatischen Saft. Er war klar, schmeckte salzig, reagirte alkalich und enthielt nur $\frac{9}{10}$ Proc. fester Bestandtheile, die sie nach einer wie es scheint oberflächlichen Untersuchung für dieselben wie im Speichel erklärten. Wasser 99, thierische Materie, im Alkohol auflöslich, thierische Materie, in Wasser auflöslich, Spuren von Eiweiss, Schleim, freie Soda, Chlorsodium, Chlorpotassium, phosphorsaure Kalkerde 00,9.

c. Darmsaft.

Der Darmsaft ist von Tiedemann und Gmelin bei hungernden Thieren untersucht worden. Bei nüchternen Hunden erschien die innere Fläche der Schleimhaut wie mit einer dünnen Lage einer sehr consistenten, weisslichen und etwas gelbgefärbten Materie bedeckt, und es fand sich nur sehr wenig ergossene Galle. Wenn Kieselsteine oder Pfeffer verschluckt worden, so war eine grössere Menge eines dünnen und fadenziehenden Schleimes vorhanden, und die Galle war reichlicher ergossen. Die schleimige Masse wurde nach unten im Dünndarm consistenter und gelblich oder gelbbraun, es zeigten sich in ihr grüngelbe oder gelb-

braune Flocken, aus Darmschleim, Gallenschleim, Harz, Fett und Farbstoff der Galle bestehend. Die schleimige Flüssigkeit des Dünndarms der Hunde und Pferde enthält im ersten Drittheil oder in der ersten Hälfte: 1. etwas freie Säure, im Fortgange des Dünndarms ward sie meist indifferent, und bei den Pferden enthielt sie doppelt kohlensaures Natron. Die Flüssigkeit des Dünndarms enthielt auch 2. viel Eiweissstoff, wahrscheinlich vom Succus pancreaticus; 3. bei den Pferden ferner eine dem Käsestoff ähnliche Materie und 4. eine durch salzsaures Zinn fällbare Materie beim Pferde, wahrscheinlich Speichelstoff und Osmazom; 5. eine durch Chlor und Sublimat sich röthende Materie bei Pferden; 6. wenig Gallenharz bei Pferden; 7. im obern Theil des Dünndarms der Pferde eine stickstofffreie schwachsaure Materie. Ausserdem die gewöhnlichen Salze thierischer Flüssigkeiten. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung. I. p.* 157.

Der Schleim des Blinddarms reagirte bei allen untersuchten Hunden sauer. Im Blinddarm der Pferde dagegen fand sich statt freier Säure doppelt kohlensaures Natron. Viridet (*de prima coctione*) hatte im Blinddarm der Kaninchen gleiche saure Reaction, wie im Magen gefunden.

Ueber die saure Reaction in dem Blinddarme der Thiere hat Schultz weitere Versuche angestellt. Er fand bei den Thieren, wenn sie fasteten, leichter eine alkalische oder neutrale Beschaffenheit der Flüssigkeiten im Blinddarme, was er aus der Neutralisation durch die während des Fastens weiter bewegte Galle erklärt, sonst aber und während der Verdauung reagirte die Flüssigkeit sauer. Diese Reaction findet sich indess gewöhnlich bei den pflanzenfressenden Thieren, die mit einem längern Blinddarm ausgestattet sind, dagegen sie bei den Fleischfressern mit unvollkommenem Blinddarme meistens fehlt. Die Saturation der Säure im Chymus eines Kaninchens, das von Kartoffeln und Gras genährt, und $2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Tode geöffnet worden, erforderte auf 2 Unzen Chymus des Magens $3\frac{1}{2}$ Unzen Ochsengalle; dagegen waren zur Saturation des sauren Inhaltes des Blinddarmes eines Kaninchens auf 1 Unze Darminhalt 5 Drachmen Ochsengalle nöthig. 18 Unzen Chymus aus dem Magen eines Pferdes erforderten zu ihrer Saturation 15 Gran Kali carbonicum oder 1 Unze Chymus $2\frac{1}{2}$ Unze Ochsengalle. Zur Saturation von 1 Unze Inhalt des Coecum gehörten 5 Unzen Ochsengalle. Der Chymus des Magens von einem Schwein erforderte 1,04 bis 1,11 Proc. Kali carbonicum, der Inhalt des Blinddarmes dagegen 0,78 Proc. Kali carbonicum zur Saturation.

V. Capitel. Von den Veränderungen der Speisen im Darmkanal.

Die Auflösung der Speisen setzt voraus, dass die Nahrungsstoffe ihr organisches Gefüge und ihre Cohäsion verlieren, was durch das Kauen grossentheils geschieht. Diese Zertrümmerung findet theils im Munde, theils im Schlunde bei Schlundzähnen,

wie bei einigen Fischen, theils im Magen durch die knorpeligen Magenwände des Muskelmagens bei den Körner- und Insecten-fressenden Vögeln, oder durch einen mit Zähnen bewaffneten Magen, wie bei einigen Crustaceen, Insecten und Mollusken statt. Dieser und der folgende Act in den Verdauungsoperationen, die Auflösung, lassen sich in der That mit den gewöhnlichen chemischen Operationen vergleichen, ohne dass dem Organismus etwas vergeben wird. Der Chemiker pulvert die aufzulösenden oder zu extrahirenden Stoffe, und digerirt sie mit dem Lösungsmittel, auch diese Digestion findet in dem Kropfe der Vögel und in dem Magen der Thiere statt. Nach der Extraction der lösbaren Stoffe seiht der Chemiker das Gelöste von dem Unlöslichen ab. Auch im Verdauungsprocesse wird also zertrümmert, digerirt, aufgelöst und das Unlösliche abgeschieden.

a. Speichel.

Der Speichel macht die Speisen zum Verschlucken geschickt. Seine Wirkung bei der Verdauung scheint keineswegs gross zu seyn, da er den Fischen und Cetaceen fehlt. Spallanzani und Réaumur wollen gefunden haben, dass Thiere das ihnen in durchlöcherten Röhren beigebrachte Futter schneller verdauten, wenn es vorher mit Speichel, als wenn es mit Wasser durchtränkt war. Spallanzani's *Versuche über das Verdauungsgeschäft. Leipz.* 1785. Tiedemann und Gmelin glauben, dass der Speichel durch seinen Gehalt an kohlensaurem, essigsaurem und salzsaurem Kali und Natron einigermaassen, wiewohl nur schwach auflösend wirke.

Berzelius dagegen bemerkt, dass der Speichel an und für sich aus den Nahrungsstoffen nicht mehr als reines Wasser ausziehe, und ich muss gestehen, dass mir bei den vergleichungsweise mit Speichel und Fleisch, so wie mit Wasser und Fleisch angestellten Versuchen kaum irgend ein Unterschied bemerklich geworden ist.

Dagegen scheint der Speichel bei der Verdauung der vegetabilischen Nahrung eine wichtige Rolle zu spielen. Denn Leuchs (Kastner's *Archiv.* 1831.) hat die bestätigte Beobachtung gemacht, dass Speichel gekochte Stärke in Zucker verwandelt, womit übereinstimmt, dass auch im Magen die Stärke in Stärkegummi und allmälig in Zucker verwandelt wird.

Sogenannte dynamische Wirkungen des Speichels kenne ich nicht. Auch scheint der Speichel nicht durch Zerstörung der specifischen organischen Eigenthümlichkeiten der Nahrungsstoffe zu wirken. Die giftige Wirkung des Schlangengiftes und des Hundswuthgiftes könnte auf dergleichen Gedanken bringen. Allein die Giftdrüsen der Giftschlangen sind nicht ihre Speicheldrüsen, sondern Angriffsmittel; die Giftschlangen besitzen ausserdem die gewöhnlichen Speicheldrüsen der Schlangen. Auch ist es nur zufällig, dass der Speichel der tollen Hunde vorzugsweise giftig erscheint, weil gewöhnlich durch den Biss die Ansteckung geschieht, gleich wie es eben so zufällig ist, dass das venerische Gift gewöhnlich durch die Genitalien ansteckt, indem die Bedingung der Uebertragung auf Schleimhäute hier am häufigsten stattfindet. Nach Hertwig's trefflichen Arbeiten über die Hundswuth stecken

auch andere Stoffe der tollen Hunde, als Speichel an, wie z. B. Blut, wenn es eingeimpft wird. Hertwig's *Beiträge zur nähern Kenntniss der Wuthkrankheit. Berl.* 1829. *p.* 156. 160. Dass Bisswunden grösstentheils sich von gewöhnlichen gerissenen Wunden unterscheiden, davon ist noch der Beweis zu führen.

b. Magenverdauung. Magensaft.

Im Magen werden die Getränke schon grösstentheils aufgesogen, und gelangen nicht durch den Pylorus; die soliden Theile der Speisen werden in eine zum Theil ganz flüssige, zum Theil aus Kügelchen bestehende Materie, *Chymus,* bis auf die unlöslichen Theile, aufgelöst, was nach den meisten Beobachtern schichtweise von den Magenwänden aus, nach den zahlreichen Beobachtungen von Beaumont innerhalb des ganzen Magens geschieht. Ueber die Veränderungen der Speisen, die Zeit, welche zu ihrer Auflösung nöthig ist, haben wir Beobachtungen von Gosse an sich selbst, bei künstlich erregtem Erbrechen (in Spallanzani's Werke mitgetheilt), von Spallanzani, Stevens (*de aliment. concoctione. Edinb.* 1777.), von Tiedemann und Gmelin, von Schultz bei Thieren, und die bei weitem grössere Anzahl von Beobachtungen an einem Menschen mit perforirtem Magen, angestellt von Beaumont. Spallanzani brachte Katzen ein mit Brot gefülltes Röhrchen bei; das Brot war nach 5 Stunden zum Theil aufgelöst, Fleisch in einem ähnlichen Versuche nach 9 Stunden. Selbst Knorpel und Knochen in Röhrchen, Sehnen in Leinewand eingeschlossen, waren nach längerer Zeit erweicht oder aufgelöst. Geronnenes Eiweiss haben Tiedemann und Gmelin beim Hunde nach 4 Stunden zum Theil ungelöst, zum Theil gelöst gefunden. Bei Hunden zeigte sich Faserstoff nach 4 Stunden aufgequollen, ohne faseriges Gefüge, und zum Theil in aufgelöstes Eiweiss verwandelt. Thierleim verliert im Magen die Eigenschaft zu gelatiniren und seine characteristische Reaction gegen Chlor, welches ihn sonst fadenartig fällt. Käse zeigte sich im Magen verflüssigt, ohne in Eiweiss verwandelt zu seyn. Gekochtes Stärkemehl war nach 5 Stunden in Stärkegummi und Zucker verwandelt. Kleber (in Essigsäure und Salzsäure unlöslich) war nach 5 Stunden unverändert. Die Milch gerinnt im Magen und der niedergeschlagene Käse wird wieder aufgelöst, während die Molken weiter gehen. Rohes Rindfleisch war beim Hunde nach 4 Stunden mit einer breiartigen, gallertigen, braunen Masse überzogen. Knochen und Knorpel wurden bei Hunden nach 2—4 Stunden an den Rändern, Ecken und Oberflächen etwas erweicht gefunden. Brot war beim Hunde nach 2½ Stunden fast vollständig aufgelöst. Beim Pferde schien das Futter den Magen in weniger aufgelöstem Zustande zu verlassen.

Beaumont hat während mehrerer Jahre Gelegenheit gehabt, die Verdauung bei einem ihm untergebenen Menschen zu studiren. Dieser Mensch hatte von einer Schusswunde eine ansehnliche Oeffnung im Magen, deren Ränder mit den Rändern der Hautwunde verwachsen waren, und die durch eine vom obern hintern Rande der Wunde ausgehende Falte der Häute des Magens bedeckt war, aber durch Eindrücken der Falte weit geöff-

net werden konnte. Das Loch im Magen war 2 Zoll unter der linken Brustwarze, in einer von dort zur Spina oss. il. sinistr. gezogenen Linie, also im linken obern Theile des Magens, nahe dem obern Ende der grossen Curvatur, 3 Zoll von der Cardia. Lag dieser Mann auf dem Rücken, und wurde dann die Hand auf seine Lebergegend gedrückt, und der Körper zugleich auf die linke Seite gedreht, so floss Galle durch den Pylorus und durch ein in das Magenloch eingebrachtes elastisches Rohr aus. Zuweilen, aber selten, wurde sie mit dem Magensaft auch ohne diese Operation vermischt gefunden. Der Chymus wurde aus dem Magen gewonnen, wenn man mit der Hand auf den untern Theil der Magengegend nach aufwärts drückte. Bei vollem Magen floss der Inhalt schon beim Druck auf die Klappe aus. Der leere Magen konnte bis zu einer Tiefe von 5—6 Zoll untersucht werden, wenn er durch künstliche Mittel ausgedehnt erhalten wurde. So konnte man Speise und Trank eintreten sehen. Ueber die Verdauungen dieses Mannes hat nun BEAUMONT ein vollständiges Journal geführt. Die folgende Tabelle giebt Aufschluss über die Zeit, welche zur Verdauung der verschiedenen Nahrungsmittel nöthig war. Die Nahrungsstoffe wurden mit Brot oder Vegetabilien, oder mit beidem genossen.

Nahrungsmittel	Zubereitung	Speisezeit	Arbeit: mässig St. Min.	Arbeit: angestrengt St. Min.	Ruhe St. Min.	Bemerkungen
Kaldaunen........	geschmort	Frühstück	1 00	—	—	
Schweinsfüsse	gekocht	—	1 00	—	—	
Wildpret, frisch.	gebraten	—	1 35	—	—	
Stockfisch, getrocknet.......	gekocht	Mittag	2 00	—	—	
Brot und Milch...	kalt	—	2 00	—	—	
Truthahn.........	geröstet	—	2 30	—	—	
Gans, wilde......	—	—	2 30	—	—	
Schwein, jung....	—	—	2 30	—	—	
Gehacktes Fleisch	warm	Frühstück	2 30	—	—	
Austern..........	roh	Mittag	2 45	—	—	Austern im Magen aufgehang.
—	gedämpft	—	3 30	—	—	
—	roh	Frühstück	3 00	—	—	nur mit etwas trocknem Brot od. Zwieback
—	—	Mittag	3 00	—	—	
—	gedämpft	—	3 30	—	—	
Rindfleisch, frisch	geröstet	—	3 30	—	—	
—	—	—	3 00	—	—	
—	—	Frühstück	2 45	—	—	
—	gebraten	—	3 00	—	—	
—	—	—	—	—	3 45	
—	—	—	—	3 30	—	Arbeit bis zur Ermüdung.
—	gekocht	—	4 00	—	—	krankh. Aussehen d. Magens.
—	—	Mittag	—	3 30	—	
—	—	Frühstück	3 38	—	—	viel Fett.
—	—	Abendessen	—	—	4 00	ebenso.
—	—	Frühstück	—	—	4 30	ebenso. In liegend. Stellung.

Nahrungsmittel	Zubereitung	Speisezeit	Arbeit		Ruhe	Bemerkungen
			mässig	angestrengt		
			St. Min.	St. Min.	St. Min.	
Rindfleisch, frisch	gekocht	Mittag	3 30	—	—	
—	—	—	—	—	4 00	
—	—	Frühstück	—	—	4 15	
—	—	—	3 30	—	—	
—	—	—	—	—	4 15	
Rindfleisch, gesalzen	—	Mittag	5 30	—	—	
—	—	—	3 30	—	—	
Schweinefleisch, frisch, gesalzen	—	Frühstück	5 15	—	—	
—	—	—	4 30	—	—	
—	—	—	5 15	—	—	ärgerte sich während des Versuches.
—	—	—	6 00	—	—	ungewöhnlich volles Mahl.
—	—	—	4 30	—	—	
—	—	—	4 30	—	—	
—	—	—	4 30	—	—	
—	—	Mittag	4 30	—	—	
—	—	Frühstück	—	4 00	—	
—	—	Mittag	—	3 30	—	
Schweinefleisch, frisch	geröstet	—	6 30	—	—	ungewöhnlich volles Mahl.
—	gebraten	—	3 15	—	—	
—	—	Frühstück	4 30	—	—	
Hammelfleisch	geröstet	Mittag	3 15	—	—	
—	gebraten	Frühstück	—	3 00	—	
—	—	—	3 30	—	—	
—	—	—	4 30	—	—	krankh. Aussehen d. Magens.
—	—	Mittag	4 00	—	—	
—	—	Frühstück	4 30	—	—	volles Mahl, grob gekäut.
Eier	hart gek.	—	3 30	—	—	Brot, oder Brot und Kaffee
—	weich gek.	—	3 00	—	—	
—	hart	Mittag	5 30	—	—	Magen krank.
—	—	Frühstück	3 30	—	—	— —
—	weich gek.	Mittag	3 00	—	—	
Wurst	gebraten	Frühstück	3 30	—	—	mit weich gekochten Eiern.
—	—	Mittag	3 00	—	—	
—	geschmort	Frühstück	4 00	—	—	} in einem Musselinbeutelchen eingehängt. Magen krank.
—	—	—	5 00	—	—	
—	gebraten	—	3 30	—	—	
—	—	—	—	4 15	—	volles Mahl. Schwere Arbeit
Henne	gekocht	—	4 00	—	—	Mit Brot und Kaffee.
—	—	Mittag	4 00	—	—	Mit Brot und Wasser.
—	—	—	4 00	—	—	— —

Nahrungsmittel	Zuberei-tung	Speisezeit	Arbeit mässig St. Min.	Arbeit ange-strengt St. Min.	Ruhe St. Min.	Bemerkungen
Kalbfleisch	gebraten	Frühstück	4 00	—	—	In einem Musselinbeutelchen eingehängt.
—	—	Mittag	4 00	—	—	
—	—	Frühstück	4 00	—	—	
—	—	Mittag	4 45	—	—	Magen krank.
—	—	Frühstück	—	3 45	—	
—	—	Mittag	4 30	—	—	
—	—	Frühstück	5 30	—	—	Magen krank.
Fleischsuppe und Vegetabilien ...	—	—	4 00	—	—	
Butterbrot........	mit Kaffee	Frühstück	4 15	—	—	Magen krank.
Brot, trocken	— —	—	3 45	—	—	
— —	mit Kartoffelbrei	Mittag	3 45	—	—	

Es wird nicht ohne Interesse seyn, einige Fälle aus dem Journal von Beaumont noch genauer als Beispiele kennen zu lernen.

Erste Reihe. Exp. 1. Um 12 Uhr brachte Beaumont durch die Magenöffnung des St. Martin an Seidenfäden ein Stück stark gewürztes Boeuf à la mode, ein Stück gesalzenes, fettes Schweinefleisch, ein Stück rohes, gesalzenes, mageres Rindfleisch, ein Stück gekochtes, gesalzenes Rindfleisch, ein Stück Brot und einen Bausch rohen geschnittenen Kohl, von jedem gegen 2 Drachmen. Um 1 Uhr Kohl und Brot halb verdaut. Die Fleischstücke unverändert; Alles in den Magen zurück. Um 3 Uhr Kohl, Brot, Schweinefleisch und gekochtes Rindfleisch, Alles verdaut und vom Faden gegangen, die anderen Stücke sehr wenig verändert; in den Magen zurück. Um 2 Uhr Boeuf à la mode zum Theil verdaut; das rohe Rindfleisch wenig macerirt auf der Oberfläche. Der Versuch wurde wegen Unwohlseins nicht weiter fortgesetzt. Den Tag darauf hatte St. Martin Magenbeschwerden und Kopfweh, Verstopfung, einen schwachen Puls, trockene Haut, belegte Zunge und zahlreiche weisse Flecke oder Pusteln (Aphthen) wie coagulirte Lymphe auf der innern Fläche des Magens. Ein ähnliches Aussehen beobachtete Beaumont später öfter bei Magenbeschwerden.

Zweite Reihe. Exp. 33. Um 1 Uhr ass St. Martin eine Portion geröstetes Rindfleisch, Brot und Kartoffeln; nach einer halben Stunde glich der Mageninhalt einer dicken Suppe, um 4 Uhr war die Chymification vollendet, und um 6 Uhr wurde in dem Magen nichts, als etwas mit Galle gefärbter Succus gastricus gefunden.

Exp. 42. Um 3 Uhr Frühstück von 3 hart gekochten Eiern, Pfannkuchen und Kaffee, um $10\frac{1}{2}$ Uhr waren keine Theile mehr im Magen.

Exp. 43. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr 2 gebackene Eier und 3 reife Aepfel, nach 40 Minuten anfangende Digestion, um $12\frac{1}{2}$ Uhr Magen leer.

Exp. 44. An demselben Tage um 2 Uhr geröstetes Schweine-

fleisch und Vegetabilien; um 3 Uhr halbe Chymification, um 4 Uhr nichts mehr im Magen.

Exp. 45. Um 8 Uhr Gänsefleisch; um 4 Uhr waren $\frac{2}{3}$ des Mageninhaltes fortgegangen; der Rest chymificirt, um $4\frac{1}{2}$ Uhr Magen leer.

Dritte Reihe. Exp. 18. Um $8\frac{1}{2}$ Uhr hing Beaumont 2 Drachmen frische Bratwurst in einem feinen Musselinsäckchen in dem Magen des St. Martin auf. Der letztere nahm durch den Mund auch von derselben Wurst, gebratenes Hammelfleisch und Kaffee zu sich. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr Magen halb leer; der Inhalt des Beutels um die Hälfte vermindert; um 2 Uhr Magen leer, Beutel auch leer bis auf 15 Gran, bestehend aus dünnen Stücken von knorpeligen und häutigen Fasern, und dem Gewürz der Wurst (letzteres 6 Gran).

Während der Verdauung ist die Temperatur im Magen nicht erhöht, wie Beaumont gezeigt hat; sie beträgt im Magen constant 100° Fahrenh., und nimmt nur bei Anstrengungen wie in anderen Theilen um einige Grade zu.

Während der Verdauung ist in der Regel im Magen nur sehr wenig Gas enthalten. Magendie und Chevreul haben es bei einem Hingerichteten untersucht. Es bestand aus:

Sauerstoffgas .	11,00
Kohlensäuregas	14,00
Wasserstoffgas .	3,55
Stickgas	71,45

Die Materien, welche Tiedemann und Gmelin in dem Chymus fanden, sind:

1. Eiweiss. Bei Hunden, nach Fütterung mit gekochten Eiern, Faserstoff, Fleisch, Brot, Kleber, weniger nach Fütterung mit flüssigem Eiweiss, Käse, Leim und Knochen.

2. Käsestoffähnliche Materie bei mit flüssigem Eiweiss und mit Faserstoff gefütterten Hunden.

3. Durch salzsaures Zinn fällbare Materie nach Kleber, Käse, Milch bei Hunden, nach Stärkemehl und Hafer bei Pferden (wahrscheinlich Osmazom und Speichelstoff).

Die beiden ersten Magen der Wiederkäuer, welche eine, kohlensaures Alkali haltige Flüssigkeit enthalten, können hierdurch Pflanzeneiweiss und Kleber aus den Pflanzen ausziehen. Das ausgezogene Flüssige gelangt in den dritten Magen, das Unaufgelöste wird wiedergekäuet und gelangt in den dritten Magen. Nach Tiedemann und Gmelin's, und nach Prevost und Le Royer's (Froriep's *Not.* 9. 194.) Untersuchungen enthält das Aufgelöste der Futtermasse der beiden ersten Magen Eiweiss, in alkalischer Lösung; nach dem Fressen von Hafer enthielt die Flüssigkeit des Chymus der ersten Magen so viel Eiweiss, dass sie bei + 81° C. gerann. Von weniger nährender Materie bekam sie diese Eigenschaft nicht. Prevost und Le Royer haben die Quantität Eiweiss in der ausgepressten Flüssigkeit der Futtermasse des Pansen vom Ochsen sehr gross angegeben. Bei der Verdauung in den beiden ersten Magen entwickelt sich auch Schwefelwasserstoffgas, Kohlensäuregas und Kohlenwasserstoffgas; letzteres bleibt

gasförmig, während sich die ersteren in der Flüssigkeit auflösen. Das von frischem Klee sich entwickelnde Gas ist nach Lameyron und Fremy Schwefelwasserstoffgas 0,80, Kohlenwasserstoffgas 0,15, Kohlensäuregas 0,05. Im dritten Magen ist das abgesonderte Lösungsmittel sauer, im vierten noch saurer. Der Labmagen der Kälber enthielt in Tiedemann und Gmelin's Untersuchungen geronnene Milch. Im Labmagen des Ochsen war ein weicher gelblichbrauner Brei. Der Labmagen der Wiederkäuer enthielt 1. Eiweissstoff bei Ochsen und Kälbern, 2. durch Salzsäure sich röthende Materie bei Ochsen und Schafen, 3. durch salzsaures Zinn fällbare Materie bei Schafen.

Marcet hat gezeigt und Prout bestätigt, dass bei Hunden, von denen der eine mit thierischer Nahrung, der andere mit Brot gefüttert wurde, der Chymus bei dem erstern weit eiweissstoffhaltiger war als bei dem letztern. Thomson *Annals of philos.* 1819. Jan. und April.

Bei den Vögeln fanden Tiedemann und Gmelin in der durch Extraction der Nahrung im Kropfe gebildeten Flüssigkeit Eiweiss der Nahrungsstoffe aufgelöst, so dass diese Flüssigkeit zuweilen in der Hitze gerann; Eiweiss nach dem Genuss von Fleisch, Pflanzeneiweiss nach dem Genuss von Getreide und Erbsen. Noch mehr finden sich diese Materien im Muskelmagen.

Theorie der Magenverdauung.

Unter den ältern Lehren über das Wesen der Verdauung sind mehrere offenbar heutzutage bloss von historischem Werthe, wie z. B. diejenige von der Zerreibung der Nahrungsstoffe durch die Magenwände. Es sind im Magen der meisten Thiere keine mechanischen Hülfsmittel dazu vorhanden, und dann haben die Versuche von Réaumur und Spallanzani gezeigt, dass in durchlöcherten Röhren eingeschlossene Substanzen, auf welche gar kein Druck statt haben konnte, eben so leicht verdaut werden. Ebenso ist es kaum nöthig, zu bemerken, dass die Theorie von der Putrefaction der Speisen im Magen ungegründet, indem keine Zeichen der Fäulniss an den verdauten Stoffen wahrnehmbar sind, während doch bei 30° R. Temperatur, wenn die Speisen ihrer blossen Zersetzung überlassen wären, sehr bald Zeichen der Fäulniss eintreten müssten. Dann aber verlieren selbst anfangend faule Substanzen während der Verdauung die Putrefaction, wie Spallanzani gezeigt hat.

Bei dem heutigen Zustande der Untersuchungen fragt es sich zunächst:

1. ob die Verdauung ohne Antheil einer Verdauungsflüssigkeit das Wesen derselben in einer chemischen Veränderung der Speisen, Fermentation oder Oxydation bestehe, wodurch sie ihre Cohäsion verlieren und zerfallen. Bei dieser Ansicht giebt es keinen Magensaft als Verdauungsprincip, und was man so nennt, ist das Product, nicht die Ursache der Verdauung.

2. Oder ob die Verdauung wesentlich in Auflösung und chemischer Veränderung der Speisen durch ein Lösungsmittel, den Magensaft, bestehe.

Bei der Fermentationstheorie (Boerhave) dachte man sich eine chemische Wirkung der Principien der Nahrungsstoffe auf einander, welche entweder durch einen Rest der vorhergehenden Verdauung, oder durch ein von dem Magen abgesondertes Ferment entstehen soll. Hiernach wäre also die Säure im Magen ein Product der Fermentation. Diese Theorie ist niemals bewiesen, kann aber jetzt widerlegt werden. Fände in dem Magen eine Fermentation statt, so wäre sie gewiss eigener Art und würde sich von den bekannten Fermentationen unterscheiden, indem, wie sich später zeigen wird, die wesentlichen Erscheinungen der Gährung bei der künstlichen Verdauung fehlen. Die neulich von Schultz vorgetragene Theorie der Verdauung geht zwar nicht von der Fermentation aus, ist jedoch im Princip ähnlich, indem sie behauptet, dass die Speisen nicht durch einen eigenen Magensaft aufgelöst, sondern durch Oxydation umgewandelt würden und dadurch ihre Cohäsion verlören, dass aber die Säure nicht die Ursache, sondern die Folge der Bildung des Chymus sey. Schon Montègre hatte die Existenz eines eigenen Magensaftes geläugnet. Er hatte gefunden, dass, nachdem er alle Magenflüssigkeit ausgebrochen, und den etwaigen Rückstand im Magen durch Verschlingung von Magnesia neutralisirt hatte, die darauf genommenen Nahrungsmittel nicht weniger chymificirt wurden und nicht weniger sauer geworden waren. Er hielt also den angeblichen Magensaft für nichts Anderes, als für Speichel und Magenschleim, die durch die Chymification verändert worden. Man sieht leicht ein, dass die Chymification in diesen Fällen eben so gut durch die Absonderung einer neuen Quantität Magensaftes erfolgen konnte. Die Gründe, welche Schultz für jene Theorie anführt, sind folgende: Ein eigener Magensaft existire nicht. Was Tiedemann und Gmelin dafür genommen, seyen Reste von Chymus gewesen; ausser der Chymification finde keine Säurebildung statt, und könne auch nicht durch mechanische Reizung der Magenwände hervorgerufen werden. Diesem Satz in der Schultz'schen Theorie widersprechen wenigstens übereinstimmende directe Beobachtungen, sowohl die von Spallanzani, Tiedemann und Gmelin, als die viel entscheidenderen von Beaumont. Dann stützt sich Schultz ferner auf die Analogie der Pflanzen, indem die Nahrungsstoffe der Pflanzen auf eine ähnliche Art vorbereitet würden, und der Nahrungsstoff in dem keimenden Samen durch eine Art Oxydation in Säure und Zucker umgewandelt und löslich werde. Diese Gründe sind sehr gut, es fragt sich hier indess wieder, ob es bei den Thieren ein eigenes Lösungsmittel, einen Magensaft gäbe, der selbst ausser dem Körper Nahrungsstoffe aufzulösen im Stande ist, was, wenn man auch auf die älteren unvollkommeneren Erfahrungen keine Rücksicht nehmen will, durch die zahlreichen übereinstimmenden Beobachtungen von Beaumont, Eberle u. A. bejahend zur Evidenz gebracht wird. Endlich stützt sich Schultz auf die Erfahrung von der Gerinnung der Milch durch den Magen, indem das Sauerwerden der Milch ein Beispiel für die Umwandlung einer nicht sauren Nahrung in sauren Chymus darbiete. Die Milch werde

auch durch eine Infusion des trocknen Kalbsmagens geronnen, nachdem alle Säure desselben durch Kali carbonicum abgestumpft worden. Ausserdem mache auch eine Infusion vom frischen Magen eines durch 40 Stunden hungernden Hundes, obgleich sie deutliche Zeichen von Alkalescenz darbiete, die Milch gerinnen; endlich gerinne auch die Milch im Magen saugender junger Hunde, deren Magen nach 12—16 Stunden leer sey und sich neutral und alkalisch verhalte; die Gerinnung erfolge nur langsamer, als wenn sich Säure im Magen befinde. Die Ursache der Gerinnung der Milch ist allerdings nicht allein die Säure des Magensaftes, wie bereits Berzelius zeigte, vielmehr, wie man jetzt mit Bestimmtheit weiss, ein eigenthümliches organisches Princip des Magensaftes.

So wie die Sachen standen, kam Alles darauf an, zu entscheiden: 1. ob es einen eigenen Magensaft giebt? 2. ob dieser Magensaft, gleichviel von welcher Natur, die Speisen in und ausser dem Körper aufzulösen im Stande ist? und 3. wenn diess geschieht, ob es durch die Säure dieses Saftes oder durch andere als existirend nachweisbare Principien erfolgt, und 4. ob mit dieser Auflösung eine chemische Veränderung verbunden ist.

Erste Frage. Giebt es einen Magensaft? Diese Frage ist bereits in dem vorhergehenden Capitel beantwortet, wo die zahlreichen Versuche von Tiedemann und Gmelin, namentlich aber die entscheidend gewordenen von Beaumont aufgeführt sind, welcher den Magensaft des St. Martin im nüchternen Zustande durch mechanische Reizung in merklicher Quantität zur Absonderung brachte, und aus dem Magen durch die krankhafte Oeffnung desselben herausnahm.

Zweite Frage. Ist der Magen ein lösendes Mittel der Speisen innerhalb und ausserhalb des thierischen Körpers? Hier kommt Alles auf die Möglichkeit einer künstlichen Auflösung der Speisen ausser dem Magen durch Vermischung derselben mit dem Magensafte an. Die künstlichen Verdauungen sind zuerst durch Spallanzani berühmt geworden. Spallanzani verschaffte sich Magensaft der Vögel, indem er kleine Schwämme an Fäden durch den Mund bis in den Magen brachte, nach einiger Zeit wieder herauszog und mit der hierdurch gewonnenen Flüssigkeit gekaute Nahrungsmittel vermischte, und nun dieses Gemeng in kleinen Glasgefässen in seiner Achselhöhle erwärmte; nach 15 Stunden oder zwei Tagen schienen die Nahrungsmittel in Chymus verwandelt zu seyn. Diese Versuche schienen durch die von Montègre im Jahre 1842 dem französischen Institut vorgelegten Beobachtungen widerlegt zu werden. Montègre konnte willkürlich erbrechen; er verschaffte sich nüchtern dadurch den vorgeblichen Magensaft, den er in den meisten Fällen merklich sauer fand.

Nachdem Stevens bei einer künstlichen Verdauung ein ähnliches Resultat wie Spallanzani gefunden hatte, haben Tiedemann und Gmelin ebenfalls mit dem Magensafte zweier Hunde eine künstliche Verdauung versucht. Im ersten Versuche wurden 10 Grammen mit 3 Grammen gekochtem Rindfleisch, und 10 Grammen mit einem Würfel von der Rinde befreiten Brotes gemengt und in einem dritten Gefässe gleichviel Fleisch mit der in-

nern Wand des Magens in Berührung in denselben eingewickelt. Ebenso verfuhren sie mit Brot und Magenhaut, endlich stellten sie ein gleiches Stück Fleisch mit Wasser, und ein gleiches Stück Brot mit Wasser zusammen. Sämmtliche Gefässe wurden einer Temperatur von 30—40° Cent. 8 Stunden lang ausgesetzt. Das Fleisch im Magensafte war auf der Oberfläche zu einem röthlichweissen, sehr weichen, leicht abzuschabenden Brei erweicht. Das Fleisch in der Magenhaut hatte keinen solchen Ueberzug, war höchstens ein wenig weicher, als das mit reinem Wasser zusammengebrachte Fleisch, welches ganz hart und zähe war, ohne dass sich etwas Bemerkliches abschaben liess. Das Brot im Magensafte war in eine weiche, leicht abzuschabende, weissliche Masse verwandelt; fast eben so weich war das Brot in der Magenhaut geworden, während das Brot im Wasser weniger weich als das im Magensafte geworden war. In dem zweiten Versuche mit 62 Grammen Magensaft stellten sie in verschiedenen Gefässen Magensaft und rohes Rindfleisch, Magensaft und gekochtes Eiweiss, Wasser und Rindfleisch, Wasser und Eiweiss, Wasser mit 10 Tropfen destillirten Essig und Rindfleisch, Wasser mit eben so viel Essig und Eiweiss zusammen. Die Temperatur war wie in dem vorigen Versuche, die Dauer 10 Stunden. Das Fleisch im Magensafte war oberflächlich sehr erweicht, so dass sich eine breiartige Materie abschaben liess, das Eiweiss im Magensafte war ebenfalls oberflächlich erweicht, und verhielt sich ungefähr eben so, wie das Eiweiss in dem Magen des Hundes, der mit geronnenem Eiweiss gefüttert war. Das Fleisch im Wasser war weisslich und ganz fest, während das im Magensafte blassroth geworden war; auch das Eiweiss im Wasser war ganz fest. Die andern Stoffe im Essigwasser hatten gar keine Erweichung erlitten. Tiedemann und Gmelin a. a. O. p. 209. 210.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind nun die künstlichen Verdauungen von Beaumont, welche wir hier im Auszuge mittheilen.

Erste Reihe. Exp. 2. August 7. 1825. Beaumont gewann von dem Magensafte des St. Martin, nachdem derselbe 17 Stunden gefastet hatte, auf die früher beschriebene Weise 1 Unze. Darein legte er ein ganzes Stück gekochtes, frisch gesalzenes Rindfleisch von 3 Drachmen, und setzte das Gefäss im Wasserbade einer Temperatur von 100° F. aus. In 40 Minuten hatte die Digestion deutlich auf der Oberfläche des Fleisches begonnen, nach 50 Minuten war die Flüssigkeit trüb geworden, die äussere Oberfläche begann sich zu zertheilen und lose zu werden; nach 2 Stunden war das Zellgewebe zerstört und die Muskelfasern lose und unzusammenhängend geworden; nach 6 Stunden waren sie fast alle gänzlich verdaut und nur wenige Fasern übrig geblieben, nach 10 Stunden war Alles verdaut. Der im Anfange des Versuchs klare Magensaft setzte beim Stehen ein feines Sediment zu Boden. Zu gleicher Zeit mit diesem Versuche hatte Beaumont in dem Magen des St. Martin ein kleines Stück Rindfleisch aufgehängt, welches nach 1 Stunde so wie in der künstlichen Verdauung verändert, nach 2 Stunden aber ganz verdaut war.

Zweite Reihe. Exp. 24. December 14. 1829. BEAUMONT gewann $1\frac{1}{2}$ Unzen Magensaft durch die äussere Oeffnung des Magens von ST. MARTIN nach einem Fasten von 18 Stunden, und brachte diesen mit 12 Drachm. frisch gesalzenen, gekochten Rindfleisches zusammen, im Wasserbad von 100° F. Nach 6 Stunden war das Fleisch halb aufgelöst; nach 24 Stunden wog der trocken gequetschte Rest 5 Drachm. 2 Scrup. 8 Gr.

Exp. 25. 20 Minuten, nachdem ST. MARTIN eine gewöhnliche Mahlzeit von gekochtem, gesalzenem Rindfleisch, Brot, Kartoffeln und Rüben mit einem Glas Wasser zu sich genommen hatte, gewann BEAUMONT durch die äussere Oeffnung ein Gefäss voll des Mageninhaltes, und setzte es einer Temperatur von 90—100° F. aus. Nach 5 Stunden fand sich nur ein geringer Unterschied zwischen der künstlichen und natürlichen Verdauung. Von ähnlichem Erfolge ist das Exp. 26.

Hier hatte ST. MARTIN eine Mahlzeit von Brot, 8 Unzen frisch gesalzenem, magern Rindfleisch, 4 Unzen Kartoffeln und 4 Unzen gekochter Rüben zu sich genommen. Nach 45 Minuten nahm BEAUMONT einen Theil des Mageninhaltes heraus. Die Textur des Fleisches war in kleine weiche und pulpöse Fetzen aufgelöst, das Fluidum trüb und leimig; diese Materie wurde wie gewöhnlich erwärmt. Nach 2 Stunden, vom Anfange des Versuchs, nahm BEAUMONT eine neue Portion Nahrung heraus. Diese verhielt sich in Hinsicht der fortgeschrittenen Verdauung fast eben so wie bei der künstlich fortgesetzten Verdauung: Bei der letztern waren fast alle Partikeln von Fleisch verschwunden und in ein röthlichbraunes Sediment verwandelt, während lockere, weisse Coagula an der Oberfläche der Flüssigkeit schwammen. Bei der zuletzt herausgenommenen Portion wurde die künstliche Verdauung fortgesetzt. Nach 3 Stunden, vom Anfange des Versuchs, hatte die Verdauung in beiden Gefässen gleiche Fortschritte gemacht; am andern Morgen (der Versuch hatte um 3 Uhr Nachmittags begonnen) war Alles verdaut bis auf einige Ueberbleibsel von Vegetabilien. Die Contenta der Gläser waren in dieser Zeit von der Consistenz einer dünnen Gallerte, von einer hellbraunen Farbe, salzigem und saurem Geschmack.

Exp. 31. März 9. 1831. BEAUMONT gewann aus dem leeren Magen des ST. MARTIN 2 Unzen Magensaft, theilte diesen in zwei gleiche Theile, und legte in jeden eine gleiche Quantität Roastbeef: Den einen Theil erwärmte er im Wasserbade bei 99° F., den andern liess er an der offenen Luft bei 34° stehen. Dieselbe Quantität Fleisch that er in eine gleiche Quantität Wasser und liess sie unerwärmt stehen. 1 Stunde darauf hatte ST. MARTIN sein Frühstück aus demselben Fleisch mit Zwieback, Butter und Kaffee geendet. Um 10 Uhr nahm BEAUMONT eine Portion theilweise verdauter Nahrung aus dem Magen und erwärmte sie wie gewöhnlich. Das Fleisch der künstlichen Verdauung und Wärme war in demselben Zustande wie das des Magens, das Fleisch des kalten Magensaftes war weniger verdaut, das Fleisch in dem blossen Wasser war nur macerirt, noch eben so wie nach dem Kauen. 2 Stunden 45 Minuten nach Anfang des Ver-

suchs war in dem Magen Alles verdaut und weggegangen. Da 6 Stunden nach dem Anfange des Versuches die Fleischstückchen in dem Magensafte halb verdaut, nicht weiter aufgelöst waren, so nahm Beaumont 12 Drachm. Magensaft aus dem leeren Magen des St. Martin, und setzte sie zu den künstlichen Verdauungen mit Magensaft, auch zu der Masse, die aus dem Magen genommen war. Darauf begann die Verdauung wieder und schritt regelmässig fort, aber schneller in der aus dem Magen genommenen Portion; in letzterer blieb indess ein solides Stück Fleisch, welches wahrscheinlich ungekaut verschlungen war, unaufgelöst. Die Gefässe mit kaltem Wasser und kaltem Magensafte waren 8 Stunden nach Anfang des Versuchs wenig verändert. Nach 24 Stunden zeigten die Portionen folgende Erscheinungen: Die eine Stunde nach dem Essen aus dem Magen genommene Portion war vollständig verdaut, und in eine dickliche, breiige Masse von röthlichbrauner Farbe verwandelt, mit Ausnahme des ungekauten Stücks Fleisch. Diese Portion hatte einen scharfen, ranzigen Geruch, und war etwas bitter. Die Portion Magensaft mit Fleisch war sehr ähnlich der erstern, obgleich weniger vollkommen verdaut; sie war nicht so consistent, aber von demselben scharfen Geruch und bitterem Geschmack, zugleich empyreumatisch und schwach faulig riechend. Die kalten Portionen Fleisch und Magensaft, Fleisch und Wasser glichen einander sehr, beide waren macerirt, aber nicht verdaut; kaum hatte der Magensaft etwas mehr als das Wasser eingewirkt. Dieser hatte übrigens einen eigenthümlichen Geschmack erhalten; seine Farbe war dunkelbraun, die wässrige Portion röthlichgrau. Ungefähr zur selben Zeit des andern Tages, nämlich eine Stunde später, als der Versuch am ersten Tage begonnen hatte, setzte Beaumont diese beiden Portionen dem Wasserbade aus, und behandelte sie so 24 Stunden. In der Portion im Magensafte schritt die Verdauung nun deutlich vor: das Fleisch verminderte sich, und eine dünne, kleisterartige Flüssigkeit bildete sich. Die wässrige Portion zeigte keine anderen Erscheinungen als die einer einfachen Maceration; gegen das Ende der letzten 24 Stunden begann die faule Fermentation.

Dritte Reihe. Exp. 15. December 15. 1832. Frühstück von Beefsteak, Brot und Kaffee; zur selben Zeit kaute St. Martin 4 Drachm. Beefsteak, welches im Magensaft, der vorher aus dem Magen genommen worden, gelegt wurde. Zu einer andern gleichen Quantität Magensaft legte Beaumont ein gleiches Stück Fleisch, aber ungekaut! beide wurden wie gewöhnlich erwärmt, eben so eine gleiche Portion Fleisch mit einer Unze Wasser. Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden war die Mahlzeit in dem Magen beinahe verdaut und mehr als die Hälfte schon fortgegangen; verglichen mit den künstlichen Verdauungen glich dieser Chymus beinahe dem gekauten Fleische und dem Magensafte, war aber mehr verdaut und dünner, und enthielt Oeltheilchen und Brot. Das ungekaute Fleisch war nicht so dick und gelatinös, von dunklerer Farbe; das Stück Fleisch war nicht sehr verkleinert, die Oberfläche nur ein wenig zerstört, erweicht und mit einer grauen Haut bedeckt.

Die wässerige Portion hatte keine oder wenig Veränderung erfahren. Die künstlichen Verdauungen wurden 24 Stunden fortgesetzt: die aus dem Magen genommene Portion blieb fast in demselben Zustande. Der Magensaft mit gekautem Fleische stellte eine dicke, breiige, halbflüssige Masse mit einigen deutlichen Fleischfibern dar, welche auf den Boden einer gelblich-molkigen Flüssigkeit sanken. Das Fleisch im Wasser hatte keine andere Veränderung als anfangende Fäulniss erfahren. Das ungekaute Fleisch im Magensafte war ungefähr um die Hälfte vermindert, der Rückstand locker und weich, das Fluidum war trübe mit einem feinen braunen Sediment, wie in der gekauten Portion. Vergl. *Exp.* 23. 28. 33.

Exp. 48. Am 8. Januar 1833. $\frac{1}{2}$ Unze Magensaft wurde ohne Schwierigkeit herausgenommen. In zwei gleiche Theile getheilt, brachte sie Beaumont in besondere Gläser; in ein drittes goss er 2 Drachm. einfaches Wasser. Zu jedem der 3 Gläser that er ein einzelnes Stück Schöpsenherz von 11 Gr. Ein Glas mit Magensaft und Herz brachte er in die Achselhöhle, das andere zugleich mit dem Wasserglase stellte er unter ziemlich häufigem Umschütteln an einen kühlen Ort von ungefähr 46° Fahr. Um 7 Uhr Nachmittags war das Stück im warmen Magensafte halb verdaut; die Flüssigkeit undurchsichtig röthlichbraun; das Herz im kalten Magensafte sehr wenig angegriffen, an der Oberfläche mit einer dünnen, glutinösen Schicht bedeckt und die Flüssigkeit ein wenig trübe. Das Stück im Wasser war nicht im Mindesten afficirt, und das Wasser war vollkommen durchsichtig, als wäre es eben eingegossen. Am 9. Januar 9 Uhr Vormittags zeigten die drei Muskelstückchen folgende Resultate: das im warmen Magensafte, als es herausgenommen und eben so trocken gemacht war, wie beim ersten Hineinlegen, wog $7\frac{1}{2}$ Gr.; das im kalten Magensafte, eben so behandelt, wog $12\frac{1}{2}$ Gr., indem es durch Einsaugung des Magensaftes $1\frac{1}{2}$ Gr. gewonnen hatte; das im einfachen Wasser wog 11 Gr., hatte also weder etwas verloren, noch etwas gewonnen. Die im ersten Glase zurückgebliebenen $3\frac{1}{2}$ Gran waren in einem ganzen Stücke von derselben Form, wie es zuerst hineingelegt war, aber sehr zart und weich und kaum im Stande, den hinreichenden Druck beim Aufheben mit den Fingern zu ertragen; sie waren ein vollständiger Brei. Das Muskelstück im zweiten Glase hatte im Umfange ein wenig zugenommen, erschien geschwollen, zart, schleimig und weich, hatte aber noch hinreichende Stärke des Gewebes, um einem beträchtlichen Druck beim Aufheben zu widerstehen. Es war nicht aufgelöst. Das Stück im Wasser behielt seine Festigkeit und war unverändert, wenn man einige Blässe der Oberfläche durch die Maceration abrechnet. Am 10. Januar Morgens 8 Uhr zeigten sich folgende Erscheinungen: Das erste Stück in dem warmen Magensafte wog $1\frac{1}{2}$ Gr., indem es in 23 Stunden nur 2 Gr. verloren hatte; es hatte dieselbe Form und ungefähr dieselbe Consistenz wie gestern. Ein röthlichbraunes Sediment war auf dem Boden der molkenfarbigen Flüssigkeit. Das zweite Stück im kalten Magensafte wog etwas über 9 Gran, hatte also etwa $3\frac{1}{2}$ Gran verloren; das im

Wasser war unverändert und wog immer noch 11 Gran. Am 10. goss Beaumont in das Glas mit dem warmen Magensafte und Muskelfleische ¼ Drachme frischen, eben herausgenommenen Magensaft, nahm es wieder in die Achselhöhle auf, und in 5 Stunden war der Inhalt bis zu einer kaum bemerkbaren Spur aufgelöst.

Das Muskelstück im kalten Magensafte, in der Temperatur zwischen 50—60° F. bis zum 11. Morgens 9 Uhr erhalten, wog 7 Gr., hatte dieselbe Form, wie gestern, und dieselbe Textur. Die Flüssigkeit war mehr undurchsichtig und milchicht geworden, und der Bodensatz vermehrt.

Das Stück im Wasser hatte sich nicht verändert und wog genau noch 11 Gran. Um 9 Uhr Vormittags diese zwei Gläser in die Achselhöhle. Abends 9 Uhr war der Rest des Muskelstückes in dem am Morgen in die Achselhöhle gebrachten Glase mit Magensaft fast ganz gelöst, indem nur 1 Gr. als zarter Brei zurückblieb.

Das Muskelstück im Wasser blieb unverändert, und wog gerade so viel als zuerst; aber es begann, einen heftig stinkenden Geruch zu verbreiten, und in wenig Tagen wurde es sehr faulig. Es wurde jedoch seine erste Beschaffenheit durch 3 Drachm. frischen Magensaftes, den er am 21. hinzugoss, fast ganz wieder hergestellt. Als es ins Wasserbad gestellt, zu digeriren und bald darauf zu chymificiren begann, verlor es seinen stinkenden Geruch und erlangte einen stark sauren oder vielmehr scharfen Geschmack.

Auf diese Art sind von Beaumont noch eine Menge künstlicher Verdauungen angestellt, wie in den *Exp.* 58. 66. 78. 84. 85. 86. 95. (Magensaft und Kartoffeln) 96. 101. 104. 105. 106. 109. 110. 111. 112. 115. Im Allgemeinen fand immer derselbe Erfolg statt. Der Magensaft zeigte sich als Lösungsmittel für die verschiedensten Speisen. Was die Glaubwürdigkeit des Verfassers betrifft, so ist zu erwähnen, dass derselbe zufällige Erscheinungen bei den Versuchen immer mit grosser Gewissenhaftigkeit angiebt; und dass er sich auf das Interesse mehrerer Gelehrten, Silliman, Knight, Yves, Hubbard, Dunglisson, Sewall, Jones, Henderson an diesen Versuchen bezieht. Es ist also nach diesen Versuchen nicht entfernterweise zweifelhaft, dass der Magensaft wirklich in und ausser dem Körper ein Lösungsmittel organischer Substanzen ist.

Dritte Frage. Sind die lösenden Principien im Magensafte Säuren oder andere unbekannte Stoffe?

Tiedemann und Gmelin neigten sich zu der Theorie, dass die Auflösung der Speisen durch die im Magensafte vorgefundenen Säuren, also durch Essigsäure und Salzsäure geschehe.

Um die auflösende Wirkung der im Magen vorkommenden Säuren auf einige nicht im Wasser lösliche organische Stoffe kennen zu lernen, stellten sie diese Säuren mit thierischen Substanzen bei ungefähr 10° C. einige Wochen zusammen.

Die aufzulösenden Stoffe waren:

1. Faserstoff aus dem Blute der Kälber.
2. Faserstoff aus dem Blute der Ochsen.

3. Faserstoff aus dem Blute der Pferde.
4. Die Haut dicker Venenstämme von einem Pferde.
5. Die Haut dicker Arterienstämme von einem Pferde.
6. Hart gekochtes Hühnereiweiss.
7. Darmschleim aus dem Dünndarm eines Hundes.
8. Darmschleim aus dem Dünndarm eines Pferdes.

Ueberall waren die Gewichtsverhältnisse, wobei diese Materien in feuchtem Zustande bestimmt wurden, die Temperatur und die Zeit dieselben.

Essigsäure.

1., 2. und 4. absorbirte sämmtliche Essigsäure und schwoll damit zu einer durchscheinenden Masse auf, die sich beim Erwärmen mit einer neuen Menge von Säure völlig löste.

Bei 3., 5. und 6. blieb wenig flüssige Säure, welche durch Galläpfeltinctur und blausaures Eisenkali stark gefällt wurde. Der aufgequollene Rückstand von 3. und 5., mit mehr Säure erwärmt, wurde noch gallertartiger und löste sich grösstentheils auf; der von 6. war minder aufgequollen und veränderte sich auch in der Wärme weniger.

Der Schleim 7. und 8. blieb in der kalten Essigsäure ziemlich unverändert, so dass sich diese mit Galläpfeltinctur nicht deutlich trübte; doch löste er sich beim Erhitzen mit frischer Essigsäure grösstentheils auf.

Salzsäure.

Die kalte Salzsäure hatte, nach der Wirkung der Galläpfeltinctur zu urtheilen, von den Materien 1. bis 6. sehr viel, vom Schleim 7. und 8. nur wenig gelöst. Tiedemann und Gmelin a. a. O. p. 332.

Beaumont hat auch mehrere Versuche über künstliche Auflösung der Nahrungsmittel durch Säuren, und zwar im Vergleich mit gleichzeitigen Versuchen mit Magensaft, angestellt.

Vierte Reihe. Exp. 46.. Beaumont nahm 3 Gläser, goss in das erste 2 Drachm. Magensaft, in das zweite 2 Drachm. gewöhnlichen Weinessig, und in das dritte 2 Drachm. Wasser, und fügte jedem einzelnen 10 Gr. frisches Eiweiss hinzu.

Diese drei Gläser in die Achselhöhle genommen und 2 Stunden lang geschüttelt, zeigten Folgendes: Die Gerinnsel im Magensafte waren halb gelöst und die Flüssigkeit milchicht; die im Weinessig und Wasser blieben dieselben, und ihre Flüssigkeit unverändert. In 5 Stunden war das Eiweiss im Magensafte vollständig aufgelöst und die Flüssigkeit mehr undurchsichtig und weiss; in den beiden anderen Gläsern zeigte sich dasselbe, wie bei der letzten Besichtigung; die Gerinnsel im Weinessig wogen herausgenommen 9 Gr., die im Wasser waren zu lose und schaumig, als dass sie hätten herausgenommen und gewogen werden können.

Dritte Reihe. Exp. 115. Beaumont machte verdünnte Salzsäure in Stärke und Geschmack dem Magensafte so ähnlich als möglich, und nahm davon 3 Drachmen, vermischte sie mit 1 Drachm. bis zu fast demselben Geschmack verdünnter Essigsäure, und goss das Gemisch auf 1 Scrup. fein geschnittenes, gebratenes

Rindfleisch. Dieselbe Quantität eben so zubereitetes Fleisch legte er in 4 Drachm. Magensaft. Nachdem beide Gefässe $6\frac{3}{4}$ Stunden im Bade gestanden, dann herausgenommen und filtrirt worden, wog das im Magensafte gewesene Fleisch nur 2 Gr., wogegen das in den Säuren digerirte sich nicht aufgelöst, sondern nur sein fibröses Gefüge verloren hatte, indem es eine zitternde, gallertartige Masse bildete, die zu zäh war, um durch's Filtrum zu gehen, und mehr als beim Hineinlegen in die Säuren wog. Zugleich erschien es nicht dem Chymus ähnlich, noch dem im Magensafte digerirten Fleische. Nach abermaliger achtstündiger Digestion im Bade war das Fleisch in den Säuren fast ganz aufgelöst, und liess, wenn es durchs Filtrum lief, nur eine sehr geringe Menge der gallertartigen Substanz zurück, die bei der ersten Untersuchung so häufig war. Die Flüssigkeit war nun der durch Digestion des Fleisches mit dem Magensafte erzeugten ähnlicher, obgleich nicht durchaus gleichartig, indem letztere, undurchsichtig und von weisslichgrauer Farbe, ein dunkelbraunes Sediment beim Stehen zeigte, während die der sauren Digestion ebenfalls undurchsichtig, aber von röthlichbrauner Farbe war und kein Sediment absetzte.

Zwei Drachmen Galläpfelinfusion bewirkten in der Digestion mit Magensaft einen feinen, röthlichbraunen Niederschlag; indem die Flüssigkeit dieselbe Farbe annahm. In der Digestion mit den Säuren brachten die 2 Drachm. Galläpfelinfusion einen viel copiöseren Niederschlag hervor, worüber eine klarere und dünnere Flüssigkeit von weisslicher, fast durchsichtiger Farbe stand.

Exp. 104. Um 9 Uhr Vormittags nahm Beaumont 40 Gr. gekautes, gekochtes Rindfleisch, theilte es in 2 gleiche Theile, legte den einen in 4 Drachm. Magensaft und den andern in 4 Drachm. einer Mischung aus 3 Theilen verdünnter Salzsäure, und 1 Theil verdünnter Essigsäure, die durch zugesetztes Wasser dem Magensafte an Geschmack so ähnlich als möglich gemacht war, und stellte beide Gläser ins Bad. Um 6 Uhr des Abends war im Magensafte Alles aufgelöst; die Digestion mit den Säuren liess bei dem Durchseihen 9 Gr. Rückstand von gallertartiger Consistenz. Die Flüssigkeit der Digestion mit Magensaft war undurchsichtig hellgrau, und liess beim Stehen ein braunes Sediment fallen; die andere war ebenfalls undurchsichtig, aber röthlichbraun, und zeigte kein Sediment.

Um die Richtigkeit der Theorie, dass das auflösende Princip des Magensaftes die Säure desselben sey, zu prüfen, habe ich auch schon längst einige Versuche gemacht. Ich legte Stückchen Fleisch von einigen Granen und kleine Würfel von geronnenem Eiweiss in gleiche Quantitäten sehr verdünnter Salzsäure, Essigsäure, Milchsäure, Weinsteinsäure und Kleesäure. Obgleich sich nun bald aus der Flüssigkeit ein Theil des aufgelösten Stoffes mit den gewöhnlichen Reagentien niederschlagen liess, indem eine Trübung entstand, so zeigte sich doch die Hauptmasse Fleisch und Eiweiss von einigen Gran selbst nach mehreren Tagen durchaus nicht merklich verändert, ja es behielten sogar die kleinen Würfelchen von Eiweiss Wochen lang ihre Ecken und Kanten.

In der Digestionswärme wird auch nicht viel mehr auf diese Art aufgelöst. Unter jenen Säuren schien die Kleesäure, die für den menschlichen Körper schon in kleinen Quantitäten bekanntlich ein Gift ist, am stärksten zu wirken. Das Menstruum wurde nach einiger Zeit trübe und es setzte sich auch ein weisslicher Satz sparsam zu Boden; aber an dem Fleischstückchen und dem Eiweiss zeigte sich doch keine merkliche Veränderung. Zur selbigen Zeit setzte ich ein Gläschen mit verdünnter Essigsäure und kleinen Fleischstückchen 24 Stunden dem Strom einer starken galv. Säule aus; dasselbe wurde mit Kochsalzauflösung versucht; aber auch jetzt zeigte sich keine irgend merklich verstärkte Auflösung. So gross die Auflösungskraft der Säuren für mineralische Substanzen ist, so gering ist sie für organische Substanzen, und bedenkt man, dass verdünnte oder selbst concentrirte Säuren ein kleines Stückchen Fleisch oder Eiweiss von einigen Granen in vielen Tagen nicht ganz aufzulösen vermögen, so verliert die scheinbar so einfache Theorie von der Auflösung der Nahrungsmittel durch die Säure des Magensaftes alle Wahrscheinlichkeit, die sie ohnehin für diejenigen nicht haben konnte, welche die so häufige Gleichzeitigkeit von Indigestion mit verstärkter Säurebildung erwogen haben. Man musste daher anerkennen, dass die Untersuchungen bis dahin über das wirksame, auflösende Princip im Magensafte keinen Aufschluss gegeben haben, und dass wir dieses Princip nicht kennen. Diess ist dasselbe Glaubensbekenntniss, welches bereits Berzelius vor längerer Zeit abgegeben hat.

Alles diess führt schon zu der Ueberzeugung, dass das wirksame Princip im Magensaft ein organischer Stoff ist, der auf dieselbe Art wirkt, wie die Diastase auf das Stärkemehl, indem sie dasselbe auflöst. So war der Stand der Dinge zur Zeit der Herausgabe der ersten Auflage dieses Theils des physiologischen Lehrbuchs. Seitdem sind wichtige Entdeckungen in Hinsicht des wirksamen organischen Princips des Magensaftes gemacht worden.

Eberle (*Physiologie der Verdauung. Würzb.* 1834.) entdeckte nämlich, dass obgleich weder die verdünnten Säuren, noch der Schleim allein das Vermögen besitzen, organische Materien schnell aufzulösen, diese auflösende Kraft doch dem säuerlichen Schleime zukommt und dass Eiweiss und Fleisch in Digestion mit saurem Schleim oder dem säuerlichen Extracte der Schleimhäute nicht allein bald gelöst werden, sondern auch eine chemische Umwandlung erleiden, indem der Eiweissstoff seine Fähigkeit verliert, zu gerinnen und in Osmazom und Speichelstoff umgesetzt wird. Diese Entdeckung hat sich in der Hauptsache vollkommen bestätigt. Siehe J. Mueller und Schwann in Mueller's *Archiv.* 1836. 68. Man hat die Versuche von Eberle jetzt von vielen Seiten wiederholt und sie haben durchgängig ein bestätigendes Resultat gegeben. Doch hatte sich Eberle darin geirrt, dass er allem sauren Schleime jene Eigenschaft zuschrieb, welche vielmehr nur ein mit dem Magenschleime zugleich abgesondertes organisches Princip besitzt. Der Schleim aus anderen Organen als dem Magen, z. B. nach Schwann, Harnblasenschleimhaut mit Salzsäure behandelt, besitzt diese Eigenschaft nicht. Man gewinnt die Flüs-

sigkeit zur künstlichen Verdauung durch Extraction der Schleimhaut des vierten Magens des Kalbes. Die Schleimhaut desselben wird abpräparirt, mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis sie nicht mehr sauer reagirt und dann getrocknet. So kann die Schleimhaut aufbewahrt werden, und sie ist jederzeit zu den Versuchen anwendbar.

Eine Versuchsreihe, welche die Hauptphänomene auf die einfachste Art darlegt, ist folgende. Die getrocknete Schleimhaut wird in Stücke zerschnitten, und diese in 5 Probirgläser, mit destillirtem Wasser übergossen, gelegt. In 2 von diesen Gläsern werden in jedes 6—8 Tropfen Salzsäure zugesetzt, in 2 andern in jedes 12—14 Tropfen Essigsäure. Zur Vergleichung enthält ein Gläschen Schleimhautstücke und blosses Wasser, und ein sechstes Gläschen so viel Wasser als die übrigen mit 8 Tropfen Salzsäure ohne Schleimhautstücke. In alle diese Gläser werden Würfel von geronnenem Eiweiss und gekochtem Fleisch von gleicher Grösse und mehreren Granen Gewicht gelegt. Nach einer Digestion von 12 Stunden bei 30° R. zeigen die herausgenommenen Fleisch- und Eiweissstücke folgende Beschaffenheit. Die mit blosser Säure behandelten Stücke zeigen sich unverändert, ebenso die mit blossen Schleimhautstücken und Wasser ohne Säure digerirten Nahrungsstoffe, welche später einen fauligen Geruch zu entwickeln beginnen. Die Stücke in dem säuerlichen Extracte von Schleimhaut sind erweicht. Das Eiweiss durchscheinend, in der Mitte käseartig, leicht zerdrückbar. Wird die Digestion noch länger bis 24 Stunden fortgesetzt, so lösen sich die Nahrungsstoffe in dem säuerlichen Extract von Schleimhaut ganz oder grösstentheils auf. Die Digestionsflüssigkeit erhält einen eigenthümlichen, durchaus nicht fauligen Geruch, welcher dem Geruche des Commissbrotes einigermaassen vergleichbar ist; der Geschmack ist säuerlich, nicht angenehm. Sehr schnell löst sich Faserstoff des Blutes auf, die Auflösung geht auch bei der gewöhnlichen Temperatur der warmen Jahreszeit vor sich und schon nach einigen Stunden werden geronnene Eiweissstücke im Umfang durchsichtig und sind von einer Wolke grösstentheils aufgelöster Eiweisstheilchen umgeben. Das aufgelöste Eiweiss hat seine vorigen Eigenschaften ganz verloren, es ist nicht mehr gerinnbar, und die Untersuchung der Lösung zeigt Osmazom und Speichelstoff und nach Schwann noch einen dritten eiweissähnlichen Stoff, der von kohlensaurem Natron niedergeschlagen wird, in Wasser und Weingeist unlöslich, in verdünnter Salzsäure und Essigsäure löslich ist. Er wird nicht durch Siedhitze, weder durch essigsaures Blei, noch durch Weingeist, wohl aber durch Salpetersäure und Sublimat stark und durch Kaliumeisencyanür und Galläpfeltinctur schwächer niedergeschlagen. Wir stellten Versuche an, um zu entscheiden, ob bei der künstlichen Verdauung wie bei der Gährung Kohlensäure entwickelt und Sauerstoffgas absorbirt wird. Weder das Eine noch das Andere findet dabei statt.

Ueber die Natur des Verdauungsprincips und des bei der Verdauung stattfindenden Processes hat Schwann weitere Auf-

schlüsse gegeben. Schwann *über das Wesen des Verdauungsprocesses*. Mueller's *Arch*. 1836. 90. In den vorhergehenden Versuchen bleibt es unklar, ob das Verdauungsprincip durch Contact wirkt, oder ob es selbst im aufgelösten Zustande sofort die Nahrungsstoffe auflöst. Schwann erkannte nun, dass das klare Filtrat der Verdauungsflüssigkeit die künstliche Verdauung eben so gut als vorher bewirkt. Das Verdauungsprincip war also vollkommen aufgelöst, und die Meinung, dass es durch Contact wirke, verlor ihre Basis. Das klare Filtrat, welches die Verdauungsflüssigkeit enthält, ist an Farbe saturirtem Urin ähnlich, es behält die Fähigkeit zur künstlichen Verdauung Monate lang.

Um gute Verdauungsflüssigkeit zu bereiten, empfiehlt Schwann so viel Säure zu nehmen, dass auf $\frac{1}{2}$ Loth Magenschleimhaut und Wasser zusammengerechnet 3,3 Gran Salzsäure kommt. Die Quantität des Wassers, wenn nur die Menge der Säure nach dem angegebenen Verhältnisse verändert wird, ist ziemlich gleichgültig, und kann das Gewicht der Schleimhaut im feuchten Zustande um das Ein- bis Fünffache übertreffen.

Schwann stellte sich die Frage, in wie weit die Säure zur Verdauung mitwirke. Sie ist nothwendig, wie aus den angeführten Versuchen hervorgeht, aber die Säure könnte zur Bildung irgend eines anderen wesentlich verdauenden Stoffes dienen, der einmal gebildet, selbstständig die Verdauung bewirkt. Um diess zu prüfen, neutralisirte er Verdauungsflüssigkeit mit kohlensaurem Kali und digerirte sie dann mit Eiweiss. Das Eiweiss wurde aber gar nicht verändert. Setzte er nun wieder die angemessene Menge Salzsäure zu, so wurde das Eiweiss vollständig verdaut. Freie Säure ist demnach wesentlich bei der Verdauung wirksam. Um die Frage zu lösen, ob die Säure als blosses Lösungsmittel des Verdauungsprincips diene, wurde ein Theil der Verdauungsflüssigkeit mit soviel kohlensaurem Kali versetzt, dass mehr als die Hälfte der Säure darin neutralisirt wurde, die Flüssigkeit also noch sauer reagirte und keine Trübung entstand. Obgleich nun nichts von dem Verdauungsprincip niedergeschlagen seyn konnte, ging doch die Verdauung nicht vor sich. Die Säure wirkt also nicht als blosses Lösungsmittel des Verdauungsprincips.

Es entstand ferner die Frage, ob die Säure mit dem Verdauungsprincipe vielleicht eine chemische Verbindung analog den sauren Salzen bilde. In diesem Falle muss die Menge der Säure in einem Verhältniss zur Menge der andern verdauenden Materie stehen. Aus Schwann's Versuchen folgte, dass ein Gehalt von 3,3 Gran bis 6,6 Gran Salzsäure in einem halben Lothe Verdauungsflüssigkeit sich am besten zur Verdauung, wenigstens von Eiweiss eignet, dass ein höherer Säuregehalt die verdauende Kraft schwächt oder ganz aufhebt, indem er das verdauende Princip zerstört, dass ein zu geringer Säuregehalt aber nur wegen Mangels der wesentlich wirksamen Säure die Verdauung nicht bewirkt. Sollte nun die vorher aufgestellte Ansicht richtig seyn, so müsste die Menge der Säure nicht zu der der ganzen Flüssigkeit, sondern zu der Menge des darin enthaltenen organischen Verdauungsprincips in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Aus

den in dieser Beziehung von Schwann angestellten Versuchen folgt, dass die nothwendige Menge von Säure sich nicht nach der Quantität des organischen Verdauungsprincips richtet, so dass die fragliche Ansicht nicht richtig seyn kann.

Die dritte Hypothese, dass die Säure vielleicht zur Auflösung von Producten diene, die sich bei der Verdauung bilden und etwa bloss in Säuren löslich sind, wurde ebenfalls widerlegt. Das bei der künstlichen Verdauung gebildete Product ist zwar in Säure und selbst in sehr verdünnter Säure löslich, aber eine Quantität Verdauungsflüssigkeit, welche zur Auflösung einer bestimmten Menge Eiweiss hinreicht, verdaut nicht, wenn sie mit Wasser verdünnt ist. Sollte endlich die Säure in die Zusammensetzung der sich bei der Verdauung bildenden Producte eingehen, so müsste die Menge der freien Säure sich bei der Verdauung ändern. Indess bleibt der Gehalt an freier Säure bei der künstlichen Verdauung unverändert. Aus allem diesem schliesst Schwann, dass die Säure durch ihre Gegenwart, ohne selbst verändert zu werden, zur Zersetzung der organischen Substanzen bei der Verdauung mitwirkt, ebenso wie dies bei der Umwandlung der Stärke in Zucker durch Kochen mit verdünnten Säuren der Fall ist.

Der Gährung und den Contactwirkungen gleicht die künstliche Verdauung darin, dass selbst eine sehr geringe Quantität des zersetzenden Körpers die Wirkung hervorbringt. Eine sehr bedeutende Verdünnung von normaler Verdauungsflüssigkeit durch saures Wasser wirkte noch auf das Eiweiss. Es wurden 4,8 Gran Verdauungsflüssigkeit mit 1 Drachme geronnenen zerriebenen Eiweisses (im feuchten Zustande gewogen) und ½ Loth sauren Wassers vermischt. Dieselbe Quantität Eiweiss wurde in ½ Loth unverdünnter Verdauungsflüssigkeit gebracht. Nach 24 Stunden war das Eiweiss in beiden bis auf einige wenige Reste aufgelöst. Es hatten 4,8 Gr. Verdauungsflüssigkeit oder 0,11 trockne verdauende Substanz 60 Gr. feuchtes Eiweiss (ungefähr 10 Gr. feste Substanz) aufgelöst, oder 1 Theil hatte die Zerlegung von ungefähr 100 bewirkt, was sich den Contactwirkungen und der Gährung vergleichen lässt. Aus Schwann's Versuchen ergiebt sich ferner, dass die Verdauungsflüssigkeit durch die Verdauung einen Theil ihrer Kraft verliert, und dass sich bei der künstlichen Verdauung nicht neues Verdauungsprincip aus dem Eiweiss bildet, wie es doch mit dem Ferment bei der Gährung der Fall ist. Manche Mittel, welche die Weingährung stören, stören auch die Verdauung. Schwann zeigt, dass Siedhitze die Wirksamkeit des Verdauungsprincips aufhebt. Dasselbe gilt in geringerm Grade von den Neutralsalzen, besonders von den schwefelichtsauren Salzen. Dagegen fand Schwann auch, dass arsenichtsaures Kali wohl die Weingährung, nicht aber die künstliche Verdauung stört. Beide Processe haben endlich bei aller Verschiedenheit das gemein, dass sie Processe einer freiwilligen Zersetzung sind, die durch einen schon im Minimum wirkenden Stoff hervorgerufen werden, und dass dieser Stoff bei dem dadurch bewirkten Processe selbst verändert wird.

Mehrere Versuche von Schwann über das Verdauungsprincip, Pepsin, klären sein Verhalten zu andern Stoffen auf. Es wird durch die Neutralisation der Säure nicht niedergeschlagen, sondern ist auch in blossem Wasser löslich; es wird durch essigsaures Blei aus der neutralen Auflösung gefällt, und lässt sich aus diesem Niederschlage durch Schwefelwasserstoff wieder wirksam darstellen. Kaliumeisencyanür sowohl als Kaliumeisencyanid bewirken in der neutralen Verdauungsflüssigkeit keinen Niederschlag, wohl aber in der sauren; das Verdauungsprincip wird aber nicht dabei gefällt, denn die Flüssigkeit behält ihre verdauende Kraft. Sublimat bewirkt sowohl in der sauren als in der neutralen Verdauungsflüssigkeit einen Niederschlag. Gerbestoff fällt, Weingeist und Siedhitze bewirken eine Trübung und heben die verdauende Kraft auf. Die Lösungsmittel des Verdauungsprincips sind nach Schwann Wasser, verdünnte Salzsäure und Essigsäure.

Pappenheim (*zur Kenntniss der Verdauung im gesunden und kranken Zustande. Breslau.* 1839) und Wasmann (*de digestione. Berol.* 1839) haben diese Erfahrungen erweitert. Der Erstere beobachtete die verdauende Kraft des durch Alkohol niedergeschlagenen Pepsins, und Wasmann sah dies bestätigt, so wie, dass die durch Metallsalze bewirkten Fällungen die verdauende Kraft behalten. Derselbe hat auch eine Methode zur reinen Darstellung des Pepsins angegeben. Diese beruht darauf, dass die Mitwirkung der Säure bei der Extraction des Pepsins aus der Magenschleimhaut vermieden, vielmehr die abgewaschene Schleimhaut durch Digestion mit destillirtem Wasser allein ausgezogen, das Filtrat durch essigsaures Bleioxyd gefällt, das Praecipitat mit Wasser ausgesüsst und durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird. Die Flüssigkeit, vom Niederschlag getrennt, ist eine Auflösung von Pepsin, welche eingedickt durch absoluten Alkohol von den in Wasser und Weingeist löslichen Extractivstoffen befreit wird. Der Niederschlag von Alkohol, behutsam getrocknet, stellt eine gelbe gummiartige Materie dar, das reine Pepsin, welches nun wieder in Wasser auflöslich ist.

Das Verhalten des Verdauungsprincips zum Käsestoff verdient noch eine nähere Erwähnung. Berzelius zeigte bereits, dass das Laab des Kälbermagens, auch wenn alle Spuren der Säure daraus durch Waschen entfernt sind, doch noch die Milch zum Gerinnen bringt. Man weiss ferner, dass die Gerinnung des Käsestoffs von Laab eigenthümlich ist, indem der auf diese Weise geronnene Käsestoff in Wasser unlöslich ist, während sich das Coagulum von Säure und Weingeist in Wasser wieder auflöst, das Coagulum von Säure auch schon in mehr Säure wieder auflöst. Man kennt nun diess eigenthümliche, die Milch gerinnen machende Princip des Laabs in dem Verdauungsprincipe. Setzt man nach Schwann Verdauungsflüssigkeit in äusserst geringer Quantität zur Milch und erwärmt sie ein wenig, so sondert sich bald der geronnene Käsestoff ab; derselbe Beobachter hat gezeigt, dass das Verdauungsprincip auch im neutralen Zustande den Käsestoff fällt. Zur Gerinnung der Milch in der Wärme sind mehr als 0,42 Proc. erforderlich. 0,83 Proc. bringen sie schon zur Gerinnung. Durch

die Siedhitze verliert die Verdauungsflüssigkeit die Fähigkeit, die Milch zum Gerinnen zu bringen, daher die Salze der Verdauungsflüssigkeit keinen Antheil an der Wirkung haben können. Durch das Verhalten des Verdauungsprincips zur Milch wird die Milch zum Reagens für das Verdauungsprincip, wenn nämlich eine neutrale Flüssigkeit die Gerinnung der Milch bewirkt, schnell aufgekocht aber diese Fähigkeit verliert, so kann man schliessen, dass diese Flüssigkeit Verdauungsprincip enthält. Schwann theilte den Mageninhalt eines unmittelbar nach der Geburt gestorbenen Kaninchens in zwei Theile, kochte den einen und setzte zu beiden Milch. Bei gelindem Erwärmen gerann dieselbe in dem ungekochten, nicht aber in dem gekochten Magensaft.

Einige Nahrungsstoffe werden nicht von dem Verdauungsprincipe, sondern entweder vorzugsweise von den Säuren oder unter Mitwirkung einer andern organischen Materie aufgelöst. Die vom Verdauungsprincipe leicht löslichen sind Faserstoff, Muskelfleisch, geronnenes Eiweiss. Der geronnene Käsestoff aber, Thierleim und Kleber scheinen nach Schwann's Versuchen nicht durch das Verdauungsprincip aufgelöst zu werden. Denn wenn dieselben einzeln mit verdünnten Säuren und mit verdünnter Verdauungsflüssigkeit digerirt wurden, so wurde kein Unterschied bemerklich. Dagegen stimmten die Reactionen der Filtrate dieser mit blossen verdünnten Säuren behandelten mit denen von Tiedemann und Gmelin bei der natürlichen Verdauung gefundenen (mit Ausnahme des Stärkemehls) überein. Leim verlor seine Gerinnbarkeit, Jodtinctur brachte in der sauren Auflösung von Kleber eine Fällung, aber keine Farbenveränderung hervor. Zur Erklärung der Verdauung des Stärkemehls reicht die Säure nicht hin. Nach Tiedemann's und Gmelin's Beobachtung wird dasselbe durch die natürliche Verdauung in Stärkegummi und Zucker verwandelt. Indessen bildet sich durch Digestion des Stärkemehls mit verdünnten Säuren kein Zucker, auch nicht, wenn Verdauungsflüssigkeit zugesetzt wird. Dagegen wird nach Leuchs das Stärkemehl durch den Speichel in Zucker verwandelt, was Schwann bestätigt fand. Wurde sauer gemachter Speichel mit gekochtem Stärkemehl 24 Stunden digerirt und dann filtrirt, so brachte Jod darin keine Farbenveränderung mehr hervor. Aus dem neutralisirten und abgedampften Filtrate liess sich durch Weingeist eine ansehnliche Quantität Zucker ausziehen, der sich sowohl durch seinen Geschmack als dadurch, dass er mit Hefe in Gährung überging, zu erkennen gab. Was der Weingeist nicht auflöste, war der Speichelstoff des Speichels, theils verändertes, dem Gummi ähnliches Stärkemehl, welches nicht auf Jod reagirte.

Nach Sebastian hängt die Wirkung des Speichels auf Stärkemehl nicht von dessen Alkali ab, obgleich gekochtes Stärkemehl mit Alkali auf Jod nicht reagirt und Säuren die Reaktion herstellen. Wurde gekochtes Stärkemehl, Speichel und eine geringe Quantität Essigsäure digerirt, so hatte das Amylum, obgleich es sauer reagirte, seine Reaction auf Jod verloren. Die Wirkung des Speichels auf Amylum hängt auch nicht von den Salzen des Speichels von Schwefelblausäure ab. Aber es fand

sich auch, dass Speichelstoff allein ohne Speichel die Reaction von gekochtem Stärkemehl auf Jod nicht anfärbe, während der Speichel selbst diese Wirkung hat, und die blaue Verbindung von Amylon und Jod durch Speichel zersetzt wird. Siehe Van Setten, *de salivâ ejusque vi et utilitate. Gröning.* 1837.

Simon hat im Speichel des Pferdes und Lehmann im Speichel des Menschen noch eine Proteïnverbindung gefunden, welche nach Lehmann sich leicht verändert. Filtrirter Speichel trübt sich bald und bedeckt sich mit einem Häutchen, was nicht geschieht, wenn der Speichel mit Essigsäure neutralisirt wird. Lehmann hat nun beobachtet, dass nicht neutralisirter Speichel Stärkekleister sehr bald löst, der neutralisirte aber nicht, und vermuthet, dass jener wandelbare Stoff die Metamorphose disponire. Denn er fand, dass Speichelstoff den Stärkekleister nicht in Zukker umwandle, während der Speichel selbst es nach seinen Erfahrungen thut. Lehmann, *Lehrbuch der physiol. Chemie. I. Leipz.* 1842. *p.* 299. Hierdurch werden auch die von Sebastian beobachteten Thatsachen aufgeklärt.

Da die Wirksamkeit des Pepsins von der freien Säure abhängt, so ist es einsichtlich, wie eine salzhaltige neutrale Verdauungsflüssigkeit durch Zersetzung der Salze mittelst der galvanischen Elektricität wieder für die künstliche Verdauung wirksam werden könne, wie diess in der That von Purkinje beobachtet ist. Am positiven Pole erzeugt sich nämlich aus den zersetzten Salzen freie Säure.

Man hat angenommen, dass die Elektricität sogar fähig sei, die Wirkung des Nervus vagus bei der Verdauung zu ersetzen. Nach der Durchschneidung des Nervus vagus auf beiden Seiten hört die Verdauung grösstentheils auf. Vergl. oben pag. 347. Blainville sah bei Tauben, dass die Wicken, die sie genossen, nach jener Operation in ihrem Kropfe unverändert geblieben, und dass ihre Chymification ganz aufgehoben war. Diesen Erfolg haben auch Legallois, Dupuy, Wilson Philip, Clarke, Abel, Hastings gehabt. Dagegen sahen Broughton, Magendie, Leuret und Lassaigne die Verdauung nach der Durchschneidung des N. vagus fortdauern. Mayer (Tiedemann's *Zeitschrift.* 2. 1.) beobachtete auch noch einige Fortdauer der Verdauung und saure Reaction des Chymus, wenigstens bei den Kaninchen. Brachet (*Recherches sur les fonct. du syst. gangl. Paris* 1830.) sah die Speisen, wo sie die Magenwände berühren, in allen Versuchen durch Chymification verändert. Da sich bei Säugethieren wegen des meist bald erfolgenden Todes nicht mit voller Sicherheit über diesen Gegenstand entscheiden lässt, so habe ich mit Dr. Dieckhof mehrere Versuche an Vögeln, namentlich Gänsen, angestellt. Nachdem diese Thiere 48 Stunden gefastet, wurden sie mit Hafer gefüttert. Jedesmal wurden 2 Thiere zugleich zum Experiment genommen. Nur dem einen wurde der N. vagus auf beiden Seiten durchschnitten, das andere blieb zur Vergleichung im unversehrten Zustande. Nach dem Tode des ersten, der innerhalb 5 Tagen erfolgte, wurde auch das zweite getödtet. In letzterem war der Kropf meist leer, im ersteren immer ganz voll

von Hafer, im Muskelmagen fanden sich einige Körner, zum Theil zermalmt. Die Magenflüssigkeit reagirte sauer, nicht so sauer als im gesunden Thiere. Hieraus kann man schliessen, dass die Verdauung nach jener Operation grösstentheils, aber doch nicht ganz aufhört. Tiedemann sah zwar nach der Durchschneidung der beiden N. vagi bei einem Hunde, dass das Erbrochene so wenig sauer als der Magenschleim reagirte, und auch in Mayer's Versuchen reagirte der Chymus bei Katzen und Hunden nicht sauer, aber diese Reaction sahe Mayer bei den Kaninchen nach der Operation, und ich habe sie in den mit Dieckhof angestellten Versuchen niemals fehlen gesehen, obgleich sie weniger stark als im gesunden Zustande ist.

Nun hat Wilson behauptet, dass man die Verdauung vermittelst eines elektrischen Stromes durch den Nervus vagus wiederherstellen könne, so zwar, dass man den einen Pol der Säure auf den Nervus vagus, den andern auf die mit Zinnfolie belegte Regio epigastrica applicire. Breschet und Vavasseur haben diese Versuche wiederholt. Sie fanden: die einfache Durchschneidung der Nerv. vagi ohne Substanzverlust hebe den Verdauungsprocess nicht ganz auf, wohl aber die Durchschneidung mit Substanzverlust. Froriep's *Not.* 6. 264. Indess immer ist ein Nerve gelähmt und bleibt es für eine sehr lange Zeit, mag man ihn mit oder ohne Substanzverlust durchschnitten haben. Nun behaupten sie ferner, dass man mittelst der Elektricität, indem ein elektrischer Strom durch die getrennten Stücke geleitet werde, die Verdauung ganz wiederherstellen könne. Sie rechnen hierbei auf die verstärkten Bewegungen des Magens. Später haben Breschet und Edwards (*Archiv. gén. de med. Févr.* 1828) jene Ansicht reformirt; sie haben als Resultate neuer Versuche angegeben, dass die Durchschneidung der N. vagi die Chymification verlangsame, ohne sie ganz aufzuheben, dass die Verlangsamung von der Lähmung der Speiseröhre abhänge, dass diese auch die Ursache des in jenen Fällen stattfindenden Erbrechens sey, dass die Wiederherstellung der Chymification durch elektrischen Strom nicht von der Elektricität, sondern von der dadurch bewirkten Reizung der N. vagi abhänge, indem mechanische Reizung des untern Endes des Nerven dieselbe vollkommene Wiederherstellung der Verdauung wie die Elektricität bewirke, insofern die Bewegung des Magens dadurch wiederhergestellt werde. Würden die Beobachter ihre Versuche länger fortgesetzt haben, so würden sie vielleicht gesehen haben, dass weder der mechanische noch der elektrische Reiz an den N. vagi irgend eine bemerkenswerthe Veränderung der Verdauung bewirkt, dass sich die Thiere ziemlich gleich verhalten, mag man diese Reize anbringen oder nicht anbringen, wie wir es in unseren Versuchen gesehen haben. Ich habe mit Dr. Dieckhof eine ganze Reihe von Versuchen an Kaninchen angestellt. Jedesmal wurden 3 Kaninchen zu gleicher Zeit zum Versuch gezogen. Alle 3 wurden 48 Stunden hungern gelassen, sie wurden dann mit Kohl gefüttert. Das erste wurde hierauf unversehrt gelassen, dem zweiten wurden beide N. vagi einfach durchschnitten; bei dem dritten

geschah nicht allein das Letztere, sondern es wurde auch 7 bis 8 Stunden lang ein galvanischer Strom durch die Nerven auf die von Wilson angegebene Art geleitet. Nach dem Tode des galvanisirten Kaninchens oder des zweiten mit durchschnittenem N. vagus wurden auch die anderen getödtet. Das unversehrte Kaninchen hatte jedesmal ganz chymificirt; das Futter war bis auf den unauflöslichen, ziemlich trockenen Rückstand extrahirt; bei den beiden andern war das Futter fast ganz in demselben Zustande: einmal war das Futter des galvanisirten Kaninchens etwas weniger verdaut, mehrere Mal waren beide ganz gleich, und mehrere Mal war das nicht galvanisirte vielleicht, aber kaum etwas weniger verändert als das galvanisirte. Dieckhof, *de actione, quam nervus vagus in digestionem ciborum exerceat. Berol.* 1835.

Matteucci will eine künstliche Verdauung aus Fleisch mit Kochsalz, unter Einwirkung der Elektricität, bewirkt haben. Froriep's *Not.* 867. Sich stützend auf die Versuche von Wilson stellt sich Matteucci die saure Reaction des Magens als durch einen positiv-elektrischen Zustand dieses Eingeweides hervorgebracht, vor. Er nahm ein Stück gekochtes Fleisch, that Wasser, Kochsalz und kohlensäuerliches Natron hinzu, erhielt diese Mischung lange Zeit in einer gehörigen Wärme, indem er sie dabei immerfort zerrieb, bis sie in eine breiige Masse verwandelt war, der ähnlich, welche man durch das Kauen erhält. Diesen Brei brachte er in eine mit einer Auflösung von Kochsalz befeuchtete Blase, und setzte mit dieser die Pole einer aus 18—20 Plattenpaaren bestehenden Säule in Verbindung. Längs den Wänden der Blase, besonders um den positiven Draht, hatte sich eine weissliche, dichte, saure, von Blasen von Oxygengas ausgedehnte Schicht gebildet. Diese Substanz war flockig, und ist nach der Auflösung in Wasser erhitzt, geronnen. Nachdem ich schon längst mich vergeblich bemüht hatte, Fleischstückchen in Säure oder Kochsalz mit Hülfe eines elektrischen Stroms aufzulösen, habe ich den Versuch von Matteucci mit Dr. Dieckhof wiederholt; wir brachten von demselben Brei von Fleischstückchen mit Kochsalz und kohlensäuerlichem Natron 2 Portionen in verschiedene Blasen; nur die eine wurde galvanisirt, die andere wurde sich selbst überlassen. Nach Beendigung des Versuchs zeigte sich kein irgend bemerklicher Unterschied in beiden Flüssigkeiten.

c. *Veränderung des Speisebreies im Dünndarm.*

Wir greifen hier den Faden der klassischen Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin wieder auf; denn sie enthalten hier das einzige Sichere, was wir über die Veränderungen des Chymus wissen. Der Chymus des Duodenums reagirt sauer. Sein Reiz auf die Darmwände, der sich auf den Ductus choledochus und die Gallenwege überhaupt fortpflanzt, hat Ergiessung von Galle und Succus pancreaticus zur Folge; wenigstens hat Tiedemann die Gallenblase bei Thieren, während der Verdauung fast leer gefunden. In den Contentis des Dünndarms liess sich nach Fütterung mit Leim dieser nicht mehr erkennen, nach Fütterung mit Butter wurde das Fett wieder erkannt, nach Fütterung mit

Käse undeutlich der Käsestoff, nach Stärkemehl Reste des letztern, aber nicht immer, statt Stärke wurde Stärkezucker gefunden. Von Milch zeigten sich in der ersten Hälfte des Dünndarms Klümpchen von Käse. Nach Fütterung eines Hundes mit Knochen fanden sich kleine Knochenstücke in der ersten Hälfte des Dünndarms, in der zweiten Hälfte viel phosphorsaurer und wenig kohlensaurer Kalk. Bei Pferden war nach Fütterung mit Hafer, in der ersten Hälfte des Dünndarms noch Stärkemehl vorhanden, was seine Eigenschaft im mittlern und untern Theile verlor.

Die Contenta des Dünndarms reagirten in der ersten Hälfte desselben immer sauer, aber schwächer als die des Magens. Die Säure nahm in der zweiten Hälfte ab und verschwand gewöhnlich in dem Endstücke des Dünndarms. Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen lassen es unentschieden, ob das Verschwinden der Säure des Chymus von der Neutralisation derselben durch das kohlensaure Alkali der Galle herrührt, wie Boerhave, Werner, Prout glauben, oder ob der untere Theil des Dünndarms alkalische Absonderung hat, ob sich durch anfangende Fäulniss Ammoniak entwickelt, welches die Säure sättigt, oder ob der Chymus im sauren Zustande resorbirt wird und die Säure in den Wegen durch die Lymphgefässe und Lymphdrüsen verliert, da der Chylus allerdings alkalisch ist. Die im Chymus des Dünndarms enthaltenen thierischen Materien sind vorzugsweise:

1. Eiweiss; seine Menge nimmt in der letzten Hälfte des Dünndarms wegen der Resorption des Chymus ab.

2. Käsestoff; er nimmt auf gleiche Art ab. Von beiden lässt sich nicht angeben, wie viel der Verdauung, wie viel den Verdauungssäften, z. B. dem pankreatischen Safte, angehöre. Tiedemann und Gmelin finden es möglich, dass der Käsestoff des pancreatischen Saftes, als sehr stickstoffreiche Materie, einen Theil seines Stickstoffs an weniger stickstoffhaltige Nahrungsstoffe abgebe und sich damit in Gleichgewicht setze, wodurch solcher Nahrungsstoff in Eiweiss verwandelt werden könnte.

3. Durch salzsaures Zinn fällbare stickstoffhaltige Materie (Speichelstoff und Osmazom). Sie nimmt nach unten ab.

4. Durch Chlor sich röthende Materie, wahrscheinlich vom pankreatischen Safte, da sie sich nicht im Magen zeigt, nicht von der Galle, da sie auch nach Unterbindung des Gallenganges noch vorkommt. Sie findet sich nicht in Excrementen wieder.

5. Im Weingeist, nicht im Wasser, lösliche Materien: Fett, Talg, Farbestoff und Harz der Galle. In qualitativer Hinsicht unterscheiden sich jedoch die aufgeführten Stoffe nicht von denjenigen, welche Tiedemann und Gmelin in dem Darmkanale von nüchternen Thieren fanden. Sie sind daher ausser der von den Nahrungsmitteln herrührenden Menge von Eiweiss wahrscheinlich den Verdauungssäften, namentlich dem Succus pancreaticus angehörend, der Eiweiss, Käsestoff, durch Chlor sich röthende Materie enthält.

Die Rolle, welche die Galle bei der Verdauung spielt, ist noch nicht sicher bekannt. Nach Tiedemann und Gmelin wird durch

die Säure des Chymus aus der Galle der Schleim derselben geronnen mit einem grossen Theil des Farbestoffs der Galle gefällt. Ausserdem wird Gallenfett niedergeschlagen, welches beim Ausziehen des im Wasser unauflöslichen Theils der Contenta des Darms mit Weingeist erhalten wurde. Die von ihnen im Darmkanal gefundene Talgsäure erklären sie als aus der Galle abgeschieden. Der nicht im Wasser lösliche Theil der Contenta enthielt Gallenharz, welches ein excrementieller Stoff zu seyn schien, ohne Einfluss auf die Umwandlung der Nahrungsstoffe, ein Hauptbestandtheil der Excremente. Sie fanden die von Werner (*exp. circa modum, quo chymus in chylum mutatur, diss. inaug. praes.* Autenrieth. *Tüb.* 1800.) eingeführte Ansicht, dass der Chylus von der Galle in Form von Flocken niedergeschlagen werde, ungegründet. Bei Vermischung von Galle mit dem flüssigen Mageninhalte erfolgen nur diejenigen Niederschläge aus der Galle, wie sie beim Vermischen einer Säure mit der Galle entstehen. Die sogenannten Chylusflocken im Dünndarme sind nur Schleimflocken, welche sich auch nach Unterbindung des gemeinschaftlichen Gallenganges zeigten. Der resorptionsfähige Chymus ist flüssig. Nach Autenrieth und A. Cooper wäre der Chylus im Dünndarm eine ziemlich consistente, zwischen den Zotten haftende, an der Luft gerinnbare Materie. Vergl. Abernethy *physiol. lect. p.* 189. Nach Tiedemann und Gmelin ist diess aber Schleim, und dann muss die Gerinnung ein Missverständniss seyn. Da das Pikromel, das Osmazom, die dem Gliadin ähnliche Materie und die Cholsäure, nach Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen nicht in den Excrementen vorkommen (l. c. 1. 362; 2. 65.), so konnten sie als die Materien der Galle angesehen werden, welche zur Umwandlung des Chymus dienen. Indessen ist das in den Excrementen vorkommende Gallenharz nach Berzelius ein Zersetzungsproduct des Bilins selbst, bestehend aus Fellinsäure, Cholinsäure und Dyslysin. Die Bestandtheile der Galle werden daher nach ihrer Einwirkung auf den Chymus ganz oder grösstentheils mit den Excrementen abgeführt.

Die einzigen sichern Beobachtungen über die Menge der abgesonderten Galle sind die an lebenden Thieren angestellten. Magendie sah bei Hunden in der Minute etwa zweimal einen Tropfen Galle aus dem Gallengange in den Darm treten. Graaf sammelte bei einem Hunde in 8 Stunden 6 Drachmen, Keil bei einem grossen Hunde in einer Stunde 2 Drachmen; Burdach's *Physiologie. V.* 260. Bedenkt man, dass das Wasser der Galle allmälig durch Resorption im Darmkanal verschwindet, so entspricht diesen Angaben die geringe Menge der unlöslichen Bestandtheile der Galle, welche die Excremente der Fleischfresser gelblich oder gelbbräunlich färbte. Schultz berechnet die Quantität der secernirten Galle nach der Menge des Chymus und der Menge Galle, die nöthig ist, um diese Säure zu neutralisiren. Dann würde ein grosser Hund in 24 Stunden 36 Unzen, ein Ochse 37½ Pfund Galle bilden. Hierauf und auf die zuweilen farblose Beschaffenheit der Excremente bei Fleischfressern und Schlangen stützt sich Liebig's Annahme, dass die Galle im Darm

wieder resorbirt werde und weiteren Metamorphosen in der Circulation unterliege, nämlich durch die Respiration zersetzt werde. Nach Liebig enthalten 120 Unzen trockner Excremente des Pferdes nur 6 Unzen durch Alkohol ausziehbarer Substanz, die man für Galle nehmen könnte. *Organ. Chemie.* 1842. *p.* 65. Diese 6 Unzen fester Galle mögen aber wohl dem festen Rückstand der Galle entsprechen, wovon sie herrühren. Dass die Hauptbestandtheile der Galle nicht wieder resorbirt werden, dafür spricht schon der Umstand, dass sie nach der Vermischung mit dem sauren Chymus, grösstentheils unlöslich geworden sind. Denn das dadurch entstandene Gallenharz oder metamorphosirte Bilin, der Gallenfärbstoff, das Gallenfett und die fetten Säuren, müssen als unlöslich in Wasser und Säuren der Resorption entzogen werden und in die Zusammensetzung der Excremente eingehen. Die Excremente der Schlangen sind übrigens nicht bloss fester Harn. Bei einer lange von mir erhaltenen Schlange Eryx turcicus waren die Abgänge gewöhnlich nicht ganz farblos, sondern hatten meist eine leichte Färbung ins Blassgrüne.

Die Galle ist daher wahrscheinlich eine zur Ausscheidung bestimmte Materie, womit aber nicht gesagt seyn soll, dass sie nicht auch Wirkungen bei der Verdauung ausübe. Bei ihrer Beziehung zum Chymus kommen zwei Gesichtspunkte zugleich in Betracht, sie ist 1) für den Chymus nothwendig, insofern sie seine freie Säure abstumpft; 2) die Säure des Chymus ist auch zur Ausscheidung der Galle mit den Excrementen nöthig. Denn dadurch werden ihre Hauptbestandtheile in unlöslichen Zustand versetzt und bewirkt, dass sie nicht wieder im Darmkanal resorbirt werden. Die mehrsten Bestandtheile der Galle sind nur löslich im alkalischen Zustande derselben; sie kann also nur in diesem Zustande in der Leber abgesondert werden. Ist sie aber einmal in den Darmkanal gelangt, so kann ihr Uebergang in die Excremente und ihre gänzliche Ausscheidung aus der thierischen Oeconomie nur erzielt werden, dass sie sauer wird, und die Löslichkeit ihrer Bestandtheile verliert. Würde sie in einen tiefern Theil des Darms ausgeschieden, z. B. in den Mastdarm, wo die saure Reaction des Darminhaltes erloschen ist, so würde sie ohne Zweifel ebenso sicher wieder ins Blut gelangen, wie eine in den Mastdarm eingespritzte Auflösung eines jeden Stoffes. Unter diesem Gesichtspunkte erhält die erneuerte Säurebildung im Blinddarm, aus der man auf eine secundäre Verdauung post festum geschlossen, einige Aufklärung und es wird auch begreiflich, warum der Blinddarm eine so grosse Rolle bei den Pflanzenfressern spielt, deren Gallenabsonderung reichlicher als bei Fleischfressern vor sich zu gehen scheint, indem sie den Organismus von der ins Blut eingedrungenen löslichen stickstofflosen oder stickstoffarmen Nahrung zum Theil wieder befreien muss. Daher ist es zu erklären, dass die Galle bei einer 22 Tage bloss mit Zucker gefütterten Gans im Darm reichlich vorhanden war, wie Tiedemann und Gmelin beobachteten.

Ob die Galle ausser der Neutralisation des Chymus noch an-

dere metabolische Wirkungen auf denselben ausübe, ist noch nicht sicher ermittelt.

Nach einer Beobachtung von Purkinje soll wenig Galle schon die künstliche Verdauung durch Pepsin unterbrechen.

Nach Scherer (*Ann. d. Chem. u. Pharm.* 40.) werden die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel des Thier- und Pflanzenreichs, welche durch die Wirkung des Pepsins ihre Fähigkeit zu gerinnen verlieren, durch die Galle wieder in Eiweiss verwandelt. Kleber und gekochtes Muskelfleisch durch künstliche Verdauung gelöst, setzten beim Kochen der Auflösung kein Gerinnsel ab. Wurde aber eine solche Lösung mit frischer Kalbsgalle in einem Stück ausgewaschenen Duodenums desselben Thiers eingefüllt und das unterbundene Stück in destillirtem Wasser aufgehängt, so trübte sich das nach 10 Stunden abgegossene Wasser sehr stark beim Kochen und schied Flocken geronnenen Eiweisses ab. Ebenso wirkten Alkohol und Sublimat. Frisch zugezetztes Wasser nahm abermals Eiweiss auf. Diese Versuche bestätigen eine Vermuthung von Prout über die Wirkung der Galle.

Um den Antheil der Galle an der Umwandlung der Nahrungsmittel zu ermessen, hat Brodie (*Quarterly J. of sc. and arts* 1823. *Jan.*, Magendie *J. d. physiol.* 3. 93.) den Ductus choledochus bei Katzen unterbunden, worauf Gelbsucht eintrat, die indessen zuweilen wieder verschwand; dann war an der Unterbindungsstelle eine Exsudation von gerinnbarem Faserstoff eingetreten, welche die getrennten Stücke wieder verband.

Brodie hat gefunden, dass durch Unterbindung des Gallenganges die Verdauung im Magen nicht gestört, dass aber kein Chylus mehr aus dem Chymus gebildet wurde, und dass weder die Saugadern des Darms, noch der Ductus thoracicus einen weissen Chylus enthielten. Tiedemann und Gmelin haben sich durch Prüfung dieser Erfahrung in zehn Versuchen ein neues Verdienst erworben. Am 2.—3. Tage nach der Operation trat Gelbsucht ein; diese verschwand zuweilen wieder nach 10—15 Tagen. In diesen Fällen hatte der Gang sich wieder hergestellt, und die Ligatur hatte hier entweder durchgeschnitten und war abgefallen, ehe die Durchschnittsfläche verheilte, oder die coagulable Materie wurde um die Ligatur ergossen, und letztere hatte sich im Innern des äusserlich hergestellten Ganges abgestossen, und war durch den Kanal selbst ausgetreten. In 13—26 Tagen war der Gang wiederhergestellt gefunden worden. In anderen Fällen trat der Tod ein nach 3—7 Tagen (Versuch 1. 4. 8.). Ein Hund, bei dem die Gelbsucht blieb, aber der Gang später offen gefunden wurde, hatte 26 Tage gelebt, als er getödtet wurde. In einem Fall (Versuch 1.), wo ein Hund nach 7 Tagen starb, war grosse Magerkeit und eine solche Mattigkeit eingetreten, dass das Thier kaum stehen konnte. Das Bauchfell zeigte sich nach dem Tode entzündet, oder Spuren der stattgefundenen Entzündung. In diesen Fällen wurde Gallenfarbstoff im Blut und Urin gefunden, und die Lymphgefässe der Leber waren gelb.

Tiedemann und Gmelin bestätigen Brodie's Erfahrung, dass

die Verdauung im Magen nach Unterbindung des Ductus choledochus fortdauere. Auch die Contenta des Dünndarms waren nicht wesentlich von den gewöhnlichen verschieden; Eiweissstoff war in grosser Menge vorhanden. Es fand sich die durch Chlor sich röthende Materie; dagegen war die Erkennung des etwa vorhandenen Käsestoffs, so wie der durch salzsaures Zinn fällbaren Materie verhindert. Die Contenta des Dickdarms rochen in allen Fällen viel übeler und fauliger als sonst (nach Leuret und Lassaigne rochen sie fade), die Excremente waren weiss. (Von gleichen Stücken Milz, wovon das eine mit Ochsengalle, das andere mit gleichviel Wasser von mir infundirt wurde, faulte das letztere etwas schneller.) Der Ductus thoracicus enthielt bei Hunden mit unterbundenem Gallengange, die nüchtern getödtet wurden, eine helle durchscheinende, gelb gefärbte, bald wenig, bald vollständig gerinnende Flüssigkeit. Bei Hunden, die nach dieser Operation gefüttert worden, kam in den Saugadern des Dünndarms eine helle durchsichtige, nicht weisse Flüssigkeit vor, wie bei Hunden, die unter gleichen Umständen nicht gefüttert wurden, während die Flüssigkeit des Dünndarms bei Hunden mit nicht unterbundenem Gallengange weisslich ist. Der Inhalt des Ductus thoracicus gerinnt sowohl nach jener Operation, als ohne dieselbe, und es bildet sich im ersten Falle ein noch grösserer und mehr gerötheter Kuchen, als beim Hunde, dem der Gallengang nicht unterbunden worden ist. Das Serum des ersten war trübe, das des letzten weisslich. Der Chylus in dem Ductus thoracicus war gewöhnlich nach dieser Operation röther als sonst. Die Beschaffenheit des Chylus im Ductus thoracicus beweist indess hier nicht viel, da auch die von anderen Theilen kommende Lymphe gerinnt, und bei hungernden Thieren sehr lange immer noch Lymphe im Ductus thoracicus enthalten ist, wie Collard de Martigny gezeigt hat, wie denn auch die Lymphgefässe des Darms bei hungernden Thieren Lymphe führen.

Es bleibt immer sehr wichtig, dass der Chylus im gefütterten Hunde mit unterbundenem Gallengang durchsichtig ist, während er beim Hunde im naturgemässen Zustande weiss ist. Tiedemann und Gmelin legen zwar auf diesen Umstand nicht viel Gewicht, indem sie die Bildung von Chylus auch ohne Galle für erwiesen halten. Denn, sagen sie, es sey bekannt, dass die weisse, milchige Farbe von Fetttheilchen im Chylus abhänge. Indessen verdient doch dieser Unterschied noch fernere Berücksichtigung, und der Antheil der Galle an der fernern Ausbildung des Chylus scheint durch jene Versuche nicht geradezu widerlegt zu werden. Tiedemann und Gmelin führen weiter an, dass die Hunde lange nach jener Operation noch gelebt hatten (3—7 Tage), in einem Fall, wo trotz der Wiederherstellung des Ganges die Gelbsucht blieb, 26 Tage bis zur Tödtung. Indessen leben Hunde ja selbst ohne alle Nahrungsmittel gegen 36 Tage.

Leuret und Lassaigne, welche ebenfalls behaupten, dass nach Unterbindung des Ductus choledochus noch die Verdauung und Bildung des Chylus fortdauere, führen an, dass die Galle die Eigenschaft habe, das Fett aufzulösen, dasselbe zu zersetzen und

damit eine Art von Seife zu bilden, und hierdurch die Verdauung des Fettes zu bewirken. Nach Tiedemann's und Gmelin's Versuchen (1. 78., 2. 263.) ist die Galle dagegen nicht im Stande, die kleinste Menge Fett aufzulösen, und sie kann deshalb bloss auf mechanische Weise durch Suspension des Fettes in Partikeln, zu dessen Vertheilung und Resorption beitragen. Die Galle scheint als Reiz für die peristaltischen Bewegungen des Darms nöthig zu seyn; denn bei verhindertem Ausflusse derselben findet Verstopfung statt.

Das Gemisch von Chymus, Schleim, Galle und pankreatischem Safte nimmt an Consistenz im untern Theil des Dünndarms zu und wird dunkler gefärbt. Die flüssigen Theile desselben werden von den Lymphgefässnetzen der Darmwände aufgenommen. Alles Festere, der Darmschleim, die Hülsen, das Chlorophyll der grünen Pflanzentheile, die Holzfasern, der Hornstoff und die excrementiellen Stoffe der Galle, als Schleim, Farbstoff, Fett und Harz, bilden im Endtheil des Dünndarms den Anfang der Excremente, aus welchen jedoch im Dickdarm auch noch flüssige Bestandtheile aufgesogen werden. Von den Bestandtheilen der Galle findet sich nach Tiedemann und Gmelin keine nachweisbare Spur in dem Chylus der Lymphgefässe und des Ductus thoracicus.

Die letztgenannten Naturforscher halten den sauren abgesonderten Saft des Blinddarms für ein ferneres Lösungsmittel von Thierstoff. Bei den pflanzenfressenden Thieren mit vorzugsweise grossem Blinddarme scheint besonders hierauf gerechnet zu seyn, wie beim Pferd, wo die Nahrungsstoffe in einem weit weniger aufgelösten Zustande den Pylorus passiren, auch in dem ungeheuren Dickdarm der Verdauungsprocess fortzudauern scheint. Schultz folgt Tiedemann und Gmelin in der Annahme einer erneuerten Verdauung im Blinddarm wegen der sich dort vorfindenden Säure, nimmt aber auch einen gewissen Antagonismus der Magenverdauung und Blinddarmverdauung an; bei den Wiederkäuern falle die erstere in die Tageszeit, die letztere in die Nachtzeit, und die erstere beginne dann, wenn die letztere aufhöre. In diesem Falle müsste eine Mahlzeit innerhalb 24 Stunden regelmässig den ganzen Darm durchlaufen haben; diess ist aber nicht regelmässig der Fall. In Tiedemann's Versuchen an Hunden, denen der Ductus choledochus unterbunden worden, zeigten sich die Excremente erst 2 Tage nach der Operation weiss; die Wiederkäuer behalten zumal den Wanst ganze Tage voll Futter. Eine andere vielleicht wesentlichere Beziehung der Säure im Blinddarm, welche den unlöslichen Zustand der Gallenbestandtheile in den Excrementen sichert, ist oben ausführlicher besprochen worden.

Während der Verdauung entwickelt sich, ausser der verschluckten, im Magen sich zum Theil in Kohlensäure verwandelnden Luft, im Verlauf des ganzen Darmkanals Gas. Seine Beschaffenheit hängt eines Theils von den Speisen, anderen Theils aber von dem Zustande der Verdauungsorgane ab. In Affectionen des Nervensystems ist diese Entwickelung oft sehr reichlich,

es ist zuweilen geruchlos, riecht meistens nach Schwefelwasserstoffgas und ist oft entzündlich. Es kann Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas seyn. Nach den Beobachtungen, welche MAGENDIE und CHEVREUL von diesen Gasen im Darmkanal von Hingerichteten machten, bestanden sie in 3 Fällen im Dünndarme aus:

Kohlensäuregas	24,39	40,00	25,00
Wasserstoffgas	55,53	51,15	8,40
Stickgas	20,08	8,85	66,60
	im Dickdarm,		Rectum.
Kohlensäuregas	43,50	70,00	42,86
Kohlenwasserstoffg. u. Spuren von Schwefelwasserstoffgas	5,47		
Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas		11,60	
reines Kohlenwasserstoffgas			11,18
Stickstoffgas	51,03	18,40	45,96

Ueber die Zusammensetzung der Excremente siehe BERZELIUS *Thierchem.* 254. Nach seiner Analyse der zusammenhängenden Excremente vom Menschen bestanden dieselben

aus Wasser			75,3
im Wasser löslich	Galle	0,9	5,7
	Eiweiss	0,9	
	eigener Extractivstoff	2,7	
	Salze	1,2	
extrahirter unlöslicher Rückstand von den Speisen			7,0
im Darmkanal hinzugekommene unlösliche Stoffe, Schleim, Gallenharz, Fett, eigene thierische Materie			14,0
			102,0

In der Cloake der Vögel und Amphibien kommen Harn und Excremente zusammen.

VI. Capitel. Von der Metamorphose der Nahrungsstoffe im Lymph- und Blutgefässsystem.

Die verdauten Theile des Chymus werden während des Durchganges durch den Darmkanal von den lymphatischen Gefässen resorbirt. Diese Resorption beschränkt sich zunächst auf die eigentlichen Nahrungsstoffe. Sie steht wenigstens fest für die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, welche in der Form des Eiweisses im Chylus wiedererscheinen und unter den stickstofflosen Nahrungsmitteln für das Fett, dessen Gehalt im Chylus nach der Menge des genossenen Fettes variirt. Welche Metamorphosen andere stickstofffreie Nahrungsstoffe bei dieser Resorption erleiden, ist noch unbekannt. Gummi, Zucker sind im Chylus noch nicht wieder aufgefunden, ebensowenig vegetabilische Farbstoffe. S. oben p. 214. Aber alle aufgelösten Stoffe, auch die fremdartigsten, gelangen wenigstens durch Imbibition und Endosmose in die Blutgefässe des Darmkanals und so in die Circulation.

1. Von der Resorption der Nahrungsstoffe.

In den früheren Auflagen dieses Werkes wurde die Thätigkeit der Darmzotten derjenigen der Spongiola an den Wurzelenden der Pflanzen verglichen und wahrscheinlich gemacht, dass die Kraft der Aufsaugung und Bewegung des Saftes dort wie hier in diesen Anfängen liegt. Obgleich man wusste, dass es nur die Zellen der Spongiola seyn können, welche aufsaugen und dass unterhalb derselben immer neue junge aufsaugende Zellen entstehen, während die älteren weiter auswachsen, so war doch damals der Bau der Darmzotten noch zu wenig bekannt, um diesen Vergleich der Pflanzen mit den Thieren weiter auszuführen.

Dieser Theil der Wissenschaft hat sich in neuester Zeit überraschend entwickelt. Man hat nicht bloss erfahren, dass das Epithelium der Darmschleimhaut aus Zellen besteht, die Untersuchungen von Schwann über die Zellen im Thierreiche haben auch zu der Ueberzeugung geführt, dass die Zellen bei allen vegetativen Processen eine primitive Rolle spielen, und man konnte folgern, dass die Epitheliumzellen selbst bei der Resorption das Wirksame seyen. Weitere Untersuchungen haben indess auf noch andere Zellen geführt, welche mit mehr Recht als der Sitz der aufsaugenden Thätigkeit anzusehen sind. Beobachtungen von Boehm in seiner Schrift: *Die kranke Schleimhaut in der asiat. Cholera, Berlin* 1838. zeigten bereits die weitere Entwickelung des Gegenstandes an, welcher nun von Goodsir vollständiger aufgeklärt ist. *Edinb. new phil. Journ. April — July* 1842. Froriep's *Not.* 1842, *N.* 508.

Boehm's Beobachtungen sind an den Darmzotten von Cholera-Leichen angestellt und er blieb zweifelhaft, ob er eine gesunde oder kranke Erscheinung vor sich hatte, da er sie in anderen Leichen nicht wiederfand; aber er sprach es bestimmt aus, der Gegenstand betreffe „die verborgen beginnende Kette eines Processes, dessen Hergang im gesunden Zustande noch nicht enträthselt ist, dessen krankhafte Erscheinungen aber unserer Erkenntniss noch viel ferner liegen, die Aufnahme von Substanz in die ersten Wege der Aufsaugung.“ p. 44. Bei einer bedeutenden Anzahl der Cholerakranken zeigte die Darmschleimhaut die Eigenthümlichkeit, dass eine jede Zotte in ihrer freien Spitze ein klares gelbes Bläschen oder Tröpfchen einschloss. In der Regel war nur ein Bläschen in jeder Zottenspitze, seltener zwei oder mehrere nebeneinander. Kleinere liegen auch wohl im Verlauf der Zotte. Bisweilen beobachtete er in den durchsichtigen Bläschen ein zweites eingeschlossen. Den Inhalt der Höhlchen der Zottenspitze hielt er für Oeltröpfchen. Auf der zweiten Tafel des Werkes sind diese Erscheinungen abgebildet*). Boehm erinnerte hiebei an Lieberkuehn's Ampullen, deren von ihm angegebene Mündung er nicht bestätigen konnte.

*) Fig. 9. giebt Abbildungen von Zotten, innerhalb welcher das noch flüssige Oel der Höhlchen bei der Compression in einem Gange herabläuft, während an der Stelle des Höhlchens selbst ein zellichtes Wesen sichtbar wird.

Goodsir sah die Zotten bei einem Hunde, der mit Hafermehl, Milch und Butter gefüttert und drei Stunden darauf getödtet worden, frei von Epithelium, ausgenommen an der Basis, wo noch einige Epitheliumzellen anhingen. Jede Zotte war mit einer feinen glatten Membran bekleidet, der Primärmembran oder Fundamentalmembram. Der Gipfel der Zotte war unter dieser Membran mit einer Anzahl kugelförmiger Bläschen besetzt, von 0,001 bis weniger als 0,0005 Zoll im Durchmesser. Die in ihrem Innern enthaltene Masse bot ein milchiges Ansehen dar. Nach dem Körper der Zotte, am Rande der Masse von Bläschen, zeigten sich winzige körnige, ölartige Partikelchen in grosser Zahl, welche allmählig in die körnige Textur der Substanz der Zotte übergingen. Die Stämme zweier Milchgefässe liessen sich in der Mitte der Zotte aufwärts verfolgen; als sie sich der bläschenförmigen Masse näherten, theilten sie sich und bildeten Schlingen. In keinem Falle liess sich eines dieser Milchgefässe bis zu einem der Bläschen verfolgen und nirgends eine directe Communication zwischen diesen beiden Structuren erkennen.

Nach Goodsir wirft die Schleimhaut des Darms zur Zeit der Chylification ihr Epithelium ab. Man weiss dies bereits vom Magen zur Zeit der Verdauung, da die den Mageninhalt bedekkende weisse Schichte grossen Theils aus Schleimhaut-Körperchen zum Theil mit aufgelöster Schale besteht. (Henle, *allg. Anat.* 940.)

In dem oben angeführten Fall vom Hunde fand Goodsir die Zotten nackt, ohne Epithelium, dagegen die weisse Schichte des Darminhaltes an den Darmwänden aus einer durchscheinenden Flüssigkeit, einigen öligen Kügelchen und zahlreichen Epitheliumzellen, theils isolirten, theils Bündeln derselben bestehend. Mit der Abschuppung der Zotten erfolgt zugleich die der Schleimfollikel. Nun beginnt die Function der Zotten, welche nach Goodsir darin besteht, dass die zwischen den Endschlingen der Lymphgefässe der Zotte eingelagerten winzigen Bläschen sich vergrössern, durch ihre Zellenmembran aus dem Chymusstoffe anziehend, und dass sie nach einander platzen und sich auflösen, während ihre Contenta, wie bei anderen Interstitialzellen, in das Gewebe der Zotte aufgenommen werden. Das Netz der Milchgefässe nimmt die Ueberreste und Contenta der aufgelösten Chyluszellen auf. So lange der Darm Chymus enthält, fahren die Bläschen am freien Ende der Zotte fort, sich zu entwickeln, Chylus zu absorbiren und zu platzen. In den Zeiträumen zwischen den verschiedenen Verdauungsprocessen wird das schützende Epithelium schnell reproducirt. Goodsir vergleicht das bläschenförmige Ende der Zotte der Spongiola des Wurzelfäserchens, und weiset ferner auf die Zellenlage an der innern Fläche des Dottersacks, die Zellen, welche die in den Dotter hinabhängenden Gefässschlingen, Vasa lutea und die Zellen hin, welche die Büschel des Mutterkuchens bedecken.

Die hier besprochenen Bläschen sind auch von E. H. Weber am Ende der Zotten, aber auch an dem übrigen Theil der Zotten beobachtet und in den Abbildungen mikroskopischer Gegenstände, die ich neulich bei Prof. Weber sah, wohl zu erkennen.

Aus dieser Ansicht über die Aufsaugung im Darmkanal erklärt sich leicht das Specifische der lymphatischen Resorption, indem die Zellen ihrer Structur nach nur das ihrem specifischen Inhalte Angemessene anziehen.

Es ist ganz interessant wahrzunehmen, dass durch diese Beobachtungen gewisse ältere naturphilosophische Vorstellungen von Wilbrand und Doellinger, wonach eine eigentliche Resorption der Lymphgefässe nicht bestehen soll und diese vielmehr auf einem Einbilden des Chymus in das Gewebe der Schleimhaut und anderseits Auflösung der Schleimhaut in den Chylus der Lymphgefässe beruhen soll, einen bestimmteren Sinn erhalten haben. Doellinger (Froriep's *Not. Bd. I. N.* 2.) nahm an, dass die Zotten äusserlich durch Aggregation und Apposition von Bildungstheilchen aus dem Chymus des Darms wachsen, wie die Keimscheibe des Embryo vor dem Entstehen der Blutgefässe aus dem Dotter durch Apposition wachse. Während nun die Darmzotten äusserlich Stoff ansetzen, soll sich ihr Inneres in Chylus auflösen. Wilbrand's Vorstellung war dunkler und lief darauf hinaus, dass die Lymphgefässe gar keinen bestimmten Anfang haben, dass der Chymus sich unmerklich in die Natur der Lymphgefässe umwandele, so dass man gar nicht sagen könne, wo der eine aufhöre und die anderen anfangen.

2. Vom Chylus.

Der Chylus ist die vom Darmkanal während der Verdauung in die Lymphgefässe aufgenommene Flüssigkeit, welche sich von der ausser der Verdauungszeit in diesen Gefässen enthaltenen Lymphe und der Lymphe anderer Theile durch ihre mehr trübe, oft weisse Farbe unterscheidet. Bei den Pflanzenfressern ist der Chylus nicht weiss, sondern mehr klar, bei den Fleischfressern und selbst bei den Pflanzenfressern, so lange sie noch jung, von Milch leben, ist er stark trüb, weisslich. Die Farbe rührt, wie es scheint, von Fettkügelchen her. Von diesen zu unterscheiden sind die dem Chylus mit der Lymphe gemeinen Lymph- oder Chyluskörperchen, welche wahrscheinlich mit den Blutkörperchen in den Begriff der Zellen gehören. Sie entstehen erst innerhalb des lymphatischen Systems. Von ihnen ist bereits an einer andern Stelle p. 128 gehandelt. Röthlich ist der Chylus nur ausnahmsweise und in seltenen Fällen, wie z. B. im Ductus thoracicus der Pferde; ich habe ihn bei den von mir untersuchten Thieren (Kalb, Ziege, Hund, Katze, Kaninchen) auch im Ductus thoracicus nie anders als weisslich gesehen. Der Chylus reagirt alkalisch, seinen Geruch haben Einige mit dem des männlichen Samens verglichen.

Der Chylus gerinnt freiwillig, einige Zeit nachdem er die Gefässe verlassen hat. Reuss und Emmert, so wie Tiedemann und Gmelin, haben gefunden, dass diese Gerinnbarkeit zunimmt, je weiter der Chylus im lymphatischen System fortschreitet; so dass Chylus aus den Lymphgefässen des Darmkanals nicht gerinnt, selbst dann selten gerinnt, wenn er durch die Mesenterialdrüsen durchgegangen ist. Bei dem Gerinnen (10 Minuten, nachdem er

aus dem Gefäss genommen ist, wie bei der Lymphe) sondert sich der Chylus des Ductus thoracicus in Coagula und Serum. Das Geronnene ist der Faserstoff des Chylus, vermengt mit einem Antheil der Kügelchen des Chylus. Das flüssige Serum ist eine Auflösung von Eiweiss, worin ein Theil der Kügelchen des Chylus suspendirt bleibt. Zugleich sondert sich auf der Oberfläche des Chylus eine rahmartige Masse ab, welche aus Fettkügelchen besteht. Nach der Coagulation wird das Coagulum vom Chylus des Ductus thoracicus in freier Luft häufig auffallend röther, als der Chylus vorher war.

Emmert fand bei Vergleichung des Chylus der Lymphgefässe aus der Cysterna chyli, aus dem mittlern Theil und obern Theil des Ductus thoracicus des Pferdes, dass die Einwirkung der Luft den milchweissen Chylus der Lymphgefässe nur wenig veränderte, während der Cysternenchylus etwas röthlich wurde; letzterer coagulirte auch zum kleinern Theil. Der Chylus aus dem obern Theil des Ductus thoracicus erhielt an der Luft eine der Farbe des arteriösen Blutes ziemlich nahe kommende Farbe, auch trennte er sich in Serum und eine Art von Blutkuchen, welcher fester und grösser als in dem andern Chylus war. Das Serum von dem Chylus der Cysterne und der grossen Milchgefässstämme war dicklicher, trübe und enthielt eine Menge weissgelber Kügelchen. Das Serum vom Chylus des Brustganges war klar und zeigte dem blossen Auge keine Kügelchen. In Emmert's Versuchen enthielt der Chylus aus dem mittlern Theil des Ductus thoracicus etwas mehr thierischen Stoff, als der aus dem obern Theil, wahrscheinlich, weil letzterer ausser dem Chylus eine relativ grössere Quantität der viel dünneren Lymphe aus den übrigen Lymphgefässen des Körpers aufgenommen hat. Emmert in Scheerer's *Journ. der Chemie.* 5. *p.* 164. 691. Vergl. Reil's *Arch.* 8. 146.

Magendie sagt, wenn der Chylus von Nahrungsstoffen herrührt, welche kein oder wenig Fett enthalten, so ist der Chylus weniger weiss, sondern mehr opalartig; er trennt sich in Coagulum und Serum, und auf seiner Oberfläche sondert sich wenig oder keine rahmartige Materie ab. Kommt der Chylus aber von animalischen oder vegetabilischen, fetten Substanzen, so ist der Chylus weiss, und theilt sich in dreierlei Bestandtheile, in Coagulum vom Faserstoff, in Serum und in eine rahmartige Schicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit, welche die fettigen Bestandtheile enthält. Nach Marcet (*medico-chirurg. Transact.* 1815. Meck. *Arch.* 2. 268.) geht der Chylus von Pflanzenkost auch langsamer in Fäulniss über, als der von thierischer Kost, und enthält mehr Kohle; ersterer soll immer milchig seyn und mehr Rahm absetzen, letzterer mehr durchsichtig seyn und keinen Rahm absetzen.

Tiedemann und Gmelin haben durch die grosse Anzahl ihrer Versuche über den Chylus, durch die Genauigkeit und die gleichzeitige anatomisch-physiologische und chemische Umsicht ihrer Versuche das entschiedenste Uebergewicht. Siehe B. 2. p. 66--95. Diese Naturforscher sagen, alle ihre Versuche beweisen auf das Bestimmteste, dass die weisse Trübung des Chylus

von einem fein zertheilten, darin schwebenden Fette herrührt. Beim Gerinnen des Chylus trete es dem geringern Theil nach in die Placenta, dem grössern Theil nach bleibe es im Serum vertheilt, aus dem es sich zuweilen nach oben gleich einem Rahm erhebe. Tiedemann und Gmelin haben aus Chylusplacenta öfter ein gelblichbraunes Fett durch kochenden Weingeist ausgezogen. Beim Schütteln des milchigen Serums mit weingeistfreiem Aether erfolgte allmählige Klärung des Serums, und beim Abdampfen des Aethers erhielten sie um so mehr Fett (Gemenge von Elain und Stearin), theils in öliger, theils in talgartiger Form, je mehr das Serum getrübt gewesen war. Tiedemann und Gmelin schliessen daraus, was auch durch die Resultate verschiedener Fütterung bestätigt wird, dass das in dem thierischen Körper enthaltene Fett aus den Speisen in denselben übergehe, und dass es (wenigstens im Chylus) nicht in einem auflöslichen Zustande, sondern nur fein zertheilt vorhanden sey. Schafe mit Gras oder Stroh gefüttert, lieferten einen wenig getrübten, fast klaren Chylus. Sehr gering war auch die Trübung bei den mit flüssigem Eiweiss, mit Faserstoff, Leim, Käse, Stärkemehl, Kleber gefütterten Hunden, und dem mit Stärkemehl gefütterten Pferde. Mässig trüb war der Chylus des mit Hafer gefütterten Schafes. Starke milchige Trübung zeigte sich dagegen bei Hunden nach dem Genuss von geronnenem Eiweiss, Milch, Knochen, Rindfleisch, bei Pferden nach Hafer. Am stärksten getrübt war der Chylus des mit Butter gefütterten Hundes. Nach Unterbindung des Gallenganges zeigte sich der Chylus weniger milchig als sonst. Vielleicht rührt dies nach Tiedemann und Gmelin daher, dass die Galle das Vermögen hat, das Fett der Speisen mit der wässrigen Flüssigkeit in einer sehr zarten Suspension mikroskopischer Partikelchen zu vertheilen.

Eine reine Auflösung von Thierstoff, in welcher keine anderen als Fettkügelchen schweben, scheint übrigens der Chylus nicht zu seyn. Als ich milchiges Serum vom Chylus der Katze in einem Uhrglas mit weingeistfreiem Aether versetzte, schien sich zwar anfangs allmählig das Serum etwas aufzuklären; aber es blieb doch, selbst nach langer Fortsetzung des Versuchs unter immer neuem Zugiessen von Aether, unten ein trübes Wesen zurück, und als ich dieses unter dem Mikroskop untersuchte, bemerkte ich darin ganz unveränderte Kügelchen. Ich fütterte einen Hund mit Brot, Milch und etwas Butter, und tödtete ihn 5 Stunden darauf. Der Chylus des Ductus thoracicus wie der Lymphgefässe war weiss; diesen Chylus untersuchte ich tropfenweise unter dem Mikroskop. Hier sah ich, dass er viele an Grösse sehr ungleiche Oelkügelchen enthielt, welche ganz durchscheinend waren. Der weit grössere Theil der Chyluskügelchen war aber ganz anderer Art, nämlich weisslich und nicht durchscheinend, sehr klein und ohngefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen dieses Hundes, wie ich früher auch am Kalbe diesen Unterschied bemerkt hatte. Die kleinen Kügelchen sind in ungeheurer Menge vorhanden und sind offenbar die Ursache der weissen Farbe; ihre Gestalt ist nicht so regelmässig wie die der Blutkörperchen.

Fettkügelchen sind diess wohl nicht; sie sind kleiner als die von mir und Dr. Nasse in der Lymphe des Menschen gefundenen Kügelchen. Ich habe auch die Gerinnung des Chylus unter dem Mikroskop an grossen Tropfen beobachtet, die ich mit etwas Wasser vermischte, um die Kügelchen mehr von einander zu entfernen und zu sehen, ob das Gerinnsel durch blosse Aggregation der Kügelchen entsteht, oder durch Gerinnung eines vorher aufgelösten Stoffes, welcher beim Gerinnen die Kügelchen in sich aufnimmt. Die überaus zarten Häutchen, welche entstanden, bestanden nicht bloss aus aggregirten Kügelchen, sondern es war noch ein durchsichtiger Stoff dazwischen, welcher die Kügelchen zusammen verband, auch wenn sie nicht dicht aneinander lagen. Es ist also gerade so, wie bei der Lymphe und dem Blute. Auf den auf einer Glasplatte ausgebreiteten Chylustropfen entstanden aber nicht bloss Häutchen, welche die schwebenden Kügelchen verbanden, sondern auch an einzelnen Stellen kleine Fettinselchen, welche fast ganz durchsichtig waren, und wovon ich nicht weiss, ob sie durch das Aneinanderfügen und Erkalten der Oelkügelchen entstehen. Die mikroskopischen Untersuchungen über den Chylus haben noch nicht alle Fragen erledigt. Vor Allem wäre das Verhältniss der kleinen Chyluskügelchen zu den Blutkörperchen auszumitteln, ob die Blutkörperchen aus den Chyluskügelchen entstehen, ob die von mir im Blute der Frösche und Vögel, von Home im Blute des Menschen beschriebenen kleineren Kügelchen Chyluskügelchen sind. Dann wäre sehr wünschenswerth, zu wissen, ob die Chyluskügelchen bei den Thieren, welche elliptische und grosse Blutkörperchen haben, wie Amphibien und Vögel, im Ductus thoracicus vielleicht auch schon elliptisch sind, oder nicht, um zu erfahren, wo die Form der Blutkörperchen entsteht. Diess liesse sich nur bei grösseren Amphibien, wo der Ductus thoracicus leichter zu finden ist, oder bei Fischen ermitteln. Rudolphi führt zwar aus Leuret und Lassaigne an, dass die Chyluskügelchen der Vögel rund seyen, während doch ihre Blutkörperchen oval sind. Indess sprechen Leuret und Lassaigne hier nicht von Chyluskügelchen, sondern Chymuskügelchen aus dem Darm der Vögel.

Tiedemann und Gmelin haben weitere, sehr ausgebreitete Untersuchungen über die Veränderungen des Chylus nach den Nahrungsmitteln angestellt. Nach ihnen ist der Chylus röther bei den Pferden als bei den Hunden, bei diesen röther als bei den Schafen. Bei dem Hunde röthete sich die Placenta des Chylus lebhafter nach der Fütterung mit flüssigem Eiweiss, Butter, Milch, Knochen, und mit Fleisch, Brot und Milch. Der Chylus war weiss und die Placenta wenig roth nach Fütterung mit Faserstoff, Leim, Käsematte, Stärkemehl und Butter, und mit Kleber. Nach der Fütterung mit Eiweiss zeigte weder der ganze Chylus noch die Placenta eine rothe Färbung, wie ich auch beim Hunde nach Fütterung mit Brot, Milch und Butter bemerkte. Bei den im nüchternen Zustande getödteten Hunden, so wie bei den Hunden, welche Stärkemehl, Milch, rohes oder gekochtes Rindfleisch, Rindfleisch und Semmel, flüssiges Eiweiss und Spelzbrot, und bei den

Katzen, die Brot und Milch, oder gekochtes Rindfleisch erhalten hatten, war der Chylus ebenfalls nicht roth (Tiedemann und Gmelin). Pferde im nüchternen Zustande hatten eine mehr dunkelrothe Flüssigkeit des Ductus thoracicus, als diejenigen, welche Hafer genossen. Der Chylus der Schafe, die nur wenig Heu oder Stroh erhalten hatten, gab ein röthlichweisses Coagulum, der Chylus der mit Hafer gefütterten ein weisses. Aus den letzten Erfahrungen schliessen Tiedemann und Gmelin, dass der Chylus um so weniger rothen Färbestoff enthält, je besser die Thiere gefüttert worden sind, und dass das Blutroth sich nicht unmittelbar mittelst der Verdauung erzeugt; die namentlich von der Milz kommende röthliche Lymphe, welche Hewson, Tiedemann und Gmelin und Fohmann beobachtet, und die auch ich bei Ochsen theilweise gesehen habe, wird um so mehr in dem Chylus bemerkbar seyn, je weniger Nahrungsstoffe vom Darmkanal aus er enthält.

Der Chylus eines mit Hafer gefütterten Pferdes, aus den Saugadern erhalten, ehe sie durch eine Drüsenreihe gegangen waren, war weiss, röthete sich nicht an der Luft und gab auch eine weisse Placenta. Der Chylus aus den Saugadern des Mesenteriums, welche durch Drüsen gegangen waren, und der Chylus des Ductus thoracicus zeigten sich hellroth, die Lymphe aus den Saugadern des Dickdarms war blassgelb und lieferte ein weisses Coagulum; die der Saugadern des Beckens war roth, und gab noch ein dunkleres Coagulum als der Chylus des Ductus thoracicus. Tiedemann und Gmelin schliessen aus diesen mit Emmert's Erfahrungen übereinstimmenden Resultaten, dass der rothe Stoff dem Chylus erst durch die Mesenterialdrüsen und durch die Lymphe der anderen Lymphdrüsen, so wie durch die Lymphe der Milz aus dem Blute mitgetheilt wird, welches die Capillargefässe dieser Theile durchströmt. Was die Lymphe der Milz betrifft, so hat zuerst Hewson (*Op. posth. ed. Lugd. Batav.* 1785.) gefunden, dass dieselbe röthlich wie verdünnter rother Wein ist und rothe Kügelchen enthält. Tiedemann und Gmelin haben diese Farbe bei gefütterten wie nüchternen Thieren gesehen. Fohmann (*Saugadersyst. der Fische. p.* 45.) hat es bei Vivisectionen der Rochen gesehen und behauptet, in der Verdauungszeit sey die Lymphe der Milz bei diesen Thieren röthlicher, nach längerer Abstinenz von Nahrungsstoffen werde sie indess auch röthlicher, eben so wie die Lymphe der Leber. Rudolphi sagt, die Lymphgefässe der Milz seyen in der Regel so weiss als die der Leber und anderer Organe, und führen auch an anderen Organen mitunter eine blutige Flüssigkeit. Hier muss ich jedoch bemerken, dass die Lymphe anderer Organe als des Darms nie weiss ist, und dass ich in einigen Fällen, wo ich im Schlachthause gleich nach dem Tode die Milzlymphe der Ochsen untersuchte, sie in einigen dickeren Lymphgefässen wie verdünnten rothen Wein sah. Seiler sah sie bei Pferden einige Mal in einzelnen Lymphgefässen der Milz röthlich, bei den meisten Pferden farblos, bei Rindern, Eseln, Schafen, Schweinen, Hunden niemals gefärbt.

Ueber das Verhältniss des Faserstoffs zum Serum des Chylus haben Tiedemann und Gmelin folgende Resultate erhalten. Der Chylus der Pferde gerann am stärksten; er enthielt in 100 Theilen 1,06—5,65 frische Placenta, und 0,19—1,75 trocknen Faserstoff. Der Chylus der Hunde gerann schwächer; die Menge des Gerinnsels betrug in 100 Theilen 1,36—5,75, und des trocknen Gerinnsels 0,17—0,56. Der Chylus der Schafe war am wenigsten gerinnbar; 100 Theile enthielten 2,56—4,75 frischen, und 0,24—0,82 trocknen Kuchen. Das Contentum des Ductus thoracicus von nüchternen Thieren gerann vollständiger, und enthielt mehr frischen und trocknen Kuchen als der Chylus von gefütterten Thieren; er betrug getrocknet bei nüchternen Pferden 1,00—1,75, jener der gefütterten Pferde 0,19—0,78 Proc. des Chylus. Hieraus schliessen Tiedemann und Gmelin, dass der Faserstoff des Chylus nicht von den Nahrungsmitteln, sondern von der Lymphe herrührt und seinen Ursprung dem Blut verdankt, worin sie dessen Erzeugung annehmen; sie glauben nicht, dass aus den Nahrungsstoffen selbst in den Chylificationswegen Faserstoff gebildet werde. Wenn man diess zugiebt, so muss man auch annehmen, dass die blasse Lymphe der nicht chylusführenden Lymphgefässe, wenn sie wirklich beim Weiterfortschreiten an Faserstoff zunimmt, keine Umwandlung ihres Eiweisses in Faserstoff erfährt, sondern nur durch Zumischung von aufgelöstem Faserstoff des Blutes auf dem Wege ihres Fortganges gerinnbarer wird. Indessen ist diese Meinung über die materielle Zumischung von Faserstoff zum Chylus in den Chylificationswegen jetzt eben so wenig zu beweisen, als die entgegengesetzte Ansicht, dass der Eiweissstoff des Chylus selbst zum Theil in Faserstoff umgewandelt wird. Um hierüber ins Reine zu kommen, wäre eine noch grössere Reihe von Beobachtungen nöthig über die Menge der festen Theile, besonders des Eiweisses, die sich im Serum des Chylus aufgelöst finden in verschiedenen Theilen des Lymphsystems. Wenn z. B. das Serum nach Abscheidung des Faserstoffs vom Chylus des Ductus thoracicus weniger Eiweiss enthielte, als das Serum von der Lymphe der Extremitäten und der Chylus der Saugadern des Darms, und wenn diess constant wäre, so wäre es ausgemacht, dass Eiweiss in dem lymphatischen System in Faserstoff umgewandelt würde, indem dann die Menge des Eiweisses abnimmt, während die des Faserstoffs zunimmt. Tiedemann's und Gmelin's Versuche haben hierin, wie unten ersehen wird, keine constanten, sondern vielmehr widersprechende Resultate gehabt.

Aus beiden Hypothesen lässt sich die Zunahme des Faserstoffgehaltes im Chylus bis zum Ductus thoracicus erklären. Ueber die letzte schon von Emmert beobachtete Thatsache haben Tiedemann und Gmelin noch folgende Erfahrungen gemacht. Bei einem mit Hafer gefütterten Pferde gerann der Chylus der Saugadern vor dem Durchgang durch Drüsen nicht. 100 Theile Chylus von Saugadern, der durch Mesenterialdrüsen hindurchgegangen, gaben 0,37 trockne Placenta, der Chylus des Ductus thoracicus 0,19, die Lymphe des Beckens 0,13. Bei dem nüchternen Pferde enthielt die Lymphe des Ductus thoracicus 0,42, die des

Plexus lumbalis 0,25 trockne Placenta. Das Contentum des Ductus thoracicus, in welchem Chylus der Darmsaugadern und Lymphe von den übrigen Theilen des Körpers zusammenkommen, stand in Hinsicht des Gehaltes an trocknem Faserstoff in der Mitte zwischen dem Chylus der Chylusführenden Saugadern, und der Lymphe der Saugadern des Beckens.

Die Menge der festen im Serum aufgelösten Stoffe wechselte in Tiedemann's und Gmelin's Versuchen von 2,4—8,7 Proc. Bei dem mit Hafer gefütterten Pferde erhielten Tiedemann und Gmelin 4,9 Proc. feste Theile des Serums vom Chylus der Saugadern des Gekröses, 3,04 von dem des Ductus thoracicus, 3,1 Proc. aus dem Serum der Lymphe des Beckens; das Serum der Lymphe aus den Saugadern des Dickdarms enthielt gegen 4 Proc. Bei dem nüchternen Pferde dagegen enthielt das Serum von der Lymphe des Ductus thoracicus 4,7, von der Lymphe des Plexus lumbalis nur 3,7 Proc. feste Theile. Im Serum des Chylus waren enthalten Eiweissstoff, eine im Wasser und nicht im Weingeist lösliche Materie, dem Speichelstoff verwandt, ferner im Wasser und Weingeist lösliche Materie, Osmazom, essigsaures Natron, kohlensaures Natron, phosphorsaures Natron, schwefelsaures Natron, Kochsalz (die grösste Menge), kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk. Hieraus geht hervor, dass dieselben Salze, welche im Darmkanal sich befinden, auch im Chylus vorkommen. Bei nüchternen Thieren enthielt das trockne Serum mehr Eiweiss und speichelstoffartige Materie, dagegen weniger osmazomartige Materie, und weniger Fett als das Serum gefütterter Thiere.

Analyse des Chylusserum des Pferdes von Gmelin.

Braunes Fett	15,47
Gelbes Fett	6,35
Osmazom, essigsaures Natron und Kochsalz in Octaëdern krystallisirt, wahrscheinlich in Folge einer thierischen Materie	16,02
Im Wasser lösliche, im Alcohol unlösliche, extractartige Materie mit kohlens. und sehr wenig phosphors. Natron .	2,76
Eiweiss .	55,25
Kohlensaurer und etwas phosphorsaurer Kalk, beim Verbrennen des Eiweisses erhalten	2,76
	98,61

Von den Nahrungsstoffen der Thiere liessen sich in der Regel keine unveränderten Spuren mehr im Chylus erkennen, nur dass nach dem Genuss der Butter der Chylus überaus reich an Fett war, und nach dem Genuss von Stärkemehl im Chylus eines Hundes sich Zucker zeigte.

Die Veränderungen des Chylus im lymphatischen Systeme, mögen sie nun in der Beimischung von Materie, oder in der Umwandlung des Chylus selbst liegen, geschehen offenbar von den Wänden der Lymphgefässe in und ausserhalb der Lymphdrüsen; dass in den letztern auch der Einfluss der Wände der Lymphgefässnetze die Hauptsache ist, beweisen die Vögel, Amphibien

und Fische, welche keine Mesenterialdrüsen besitzen. Man muss sich daher auch die Mesenterialdrüsen selbst nur als aus den Lymphgefässnetzen der eintretenden und austretenden Lymphgefässe zusammengesetzt denken, worin der Contact des Inhaltes mit den Gefässen durch Flächenvermehrung vervielfältigt ist. Da diese Lymphgefässnetze, wie Injectionen von Quecksilber zeigen, nicht sehr klein sind, so müssen die Lymphgefässe in jenen Netzen ihre Wände behalten, und diese Wände müssen wie in den einfachen Lymphgefässen von den sehr feinen Capillargefässnetzen durchzogen seyn, so dass das Blut nur mittelbar durch die Capillargefässnetze in den Wänden der Lymphgefässe mit dem Chylus der Lymphdrüsen in Berührung kommt, wobei allerdings aufgelöste Theile des Blutes, vielleicht der Faserstoff, durchdringen können, vielleicht auch Färbestoff des Blutes, der sonst an den Blutkörnchen haftet, in den Zustand der Auflösung tritt und in den Chylus übergeht. Blutkörperchen selbst können hierbei nicht in den Chylus übergehen.

Was die Aehnlichkeit und den Unterschied von Chylus und Lymphe betrifft, so stimmen beide darin überein, dass sie Kügelchen enthalten, allein die der Lymphe sind überaus sparsam, die Kügelchen des Chylus machen diese weisslich, die Lymphe ist klar und meistens farblos; sie stimmen ferner überein, dass sie Faserstoff aufgelöst enthalten, doch scheint letzterer in geringer Quantität in der Lymphe enthalten; denn in Tiedemann's und Gmelin's Beobachtungen von einem mit Hafer gefütterten Pferde gaben 100 Theile Chylus aus den Saugadern des Mesenterium 0,37 trockne Placenta, die Lymphe des Beckens nur 0,13. Dieser Unterschied kann indess auch scheinbar seyn und von der grossen Menge der im Chylus enthaltenen und vom Coagulum des Faserstoffs zum Theil mit eingeschlossenen Kügelchen herrühren. Lymphe und Chylus unterscheiden sich aber auch sehr durch den Gehalt von Fett in dem letztern, welches in der Lymphe nicht bemerkt wird, ein Unterschied, welcher verursacht, dass der Chylus ausser dem Gerinnsel, auch eine rahmartige Masse an der Oberfläche häufig absetzt. Die Salze des Chylus und der Lymphe scheinen ohngefähr dieselben, auch die Lymphe enthält sehr viel Kochsalz, und reagirt alkalisch. Dass die häufig röthliche Farbe des Chylus vom Färbestoff des Blutes herrührt, wird durch Tiedemann's und Gmelin's Versuche bewiesen, welche gezeigt haben, dass diess Roth von Hydrothionsäure grün gefärbt wird. Dass dieses Blutroth aus den Nahrungsmitteln gebildet werde, ist nicht entschieden, weil auch die Lymphe der Milz oft röthlich ist. Eine andere Frage ist, ob das Blutroth des Chylus und der Milzlymphe den Kügelchen derselben anhaftet, wie das Blutroth den Blutkörperchen, oder ob es aufgelöst ist. In Tiedemann's und Gmelin's Versuchen war nicht allein die Placenta von röthlichem Chylus röthlich, sondern häufig auch das Serum noch röthlich; indess ist das Serum von Chylus selten klar und enthält immer noch Kügelchen, und Emmert will sogar nach Auswaschen des röthlichen Chyluskuchens in dem Wasser rothe Kügelchen bemerkt haben. Hewson sah in der rothen Milzlymphe

rothe Körperchen. Schultz (*Syst. d. Circulation*) und Gurlt (vergl. *Physiol. d. Haussäugethiere*) fanden im Chylus ausser den Chyluskügelchen auch einzelne Blutkörperchen und schliessen daraus, dass die röthliche Farbe des Chylus von ihnen herrühre und dass sich solche Körperchen schon im Chylus zu bilden beginnen. Vom Blut unterscheidet sich der Chylus, wie er sich im Ductus thoracicus befindet:

1. Durch den Mangel der Substanz des Blutrothes. (Nicht constant.)

2. Durch die Form der Kügelchen und ihre Grösse.

3. Der Chylus reagirt zwar alkalisch, wie Emmert, Vauquelin und Brande fanden, aber nach Tiedemann und Gmelin schwächer als Blut, und zuweilen gar nicht.

4. Die Quantität der festen Stoffe ist im Chylus geringer als im Blute. 1000 Theile Chylus enthalten nach Vauquelin nur 50—90 Theile feste Substanz, während nach Prevost und Dumas 1000 Theile Blut 216 und nach Lecanu 185 feste trockne Theile enthalten. Nach Reuss und Emmert enthielten 1000 Blutserum 225, dagegen 1000 Chylusserum nur 50 feste Theile.

5. Im Serum des Chylus sind nach Tiedemann und Gmelin bei den Schafen, Hunden, Pferden 2,4—8,7 Proc. feste Theile enthalten, nach Prevost und Dumas im Serum des Blutes dieser Thiere aber 7,4 bis 9,9 feste Theile.

6. Die Quantität des Faserstoffs ist im Chylus ausserordentlich viel geringer. 100 Theile Chylus von Pferden, Hunden, Schafen enthielten nach Tiedemann und Gmelin 0,17—1,75 trocknen Faserstoff. In Reuss und Emmert's Versuchen (Scherer's *Journal* 5. 164.) enthielten 1000 Theile Blut vom Pferde 75 (nassen?) Faserstoff, 1000 Theile Chylus nur 10.

7. Im Chylus ist viel freies Fett enthalten, welches den Rahm auf der Oberfläche bildet. Blut enthält kein freies, sondern gebundenes Fett, was auch ausserdem im Chyluskuchen enthalten ist.

8. Der Chylus enthält Eisen gleich dem Blute, und bringt diesen Stoff aus den Nahrungsmitteln ins Blut. Aber das Eisen scheint in dem Chylus lockerer von anderen Theilen gebunden zu seyn, und lässt sich daraus viel leichter durch Reagentien erweisen, als im Blut. Die salpetersaure Auflösung des röthlichen Faserstoffs vom Chylus wird nach Emmert von Galläpfeltinctur schwarz, und giebt mit blausaurem Kali einen berlinerblauen Bodensatz. Der ausgewaschene Kuchen, von Salpetersäure aufgelöst, wurde von Kalilösung bräunlich und gab beim Aufgiessen von blausaurem Kali und Salzsäure ein berlinerblaues Präcipitat, auch das zum Auswaschen des Kuchens gebrauchte Wasser, welches im Bodensatz kleine rothe Körperchen zeigte, zeigte eine Reaction dieser Materie auf phosphorsaures Eisen. Auch das Serum des Chylus reagirte auf Eisen selbst dann noch, wenn es von Eiweiss befreit worden; Reil's *Arch.* 8. *p.* 167. Das Eisen scheint im Chylus lockerer gebunden als im Blute, weil es sich schon durch Salpetersäure ausziehen lässt, und mit Galläpfeltinctur einen schwarzen, mit blausaurem Kali einen blauen Niederschlag giebt. Dagegen vermuthet Emmert, dass das Eisen,

welches sich in den Nahrungsstoffen des Dünndarms vorfindet, einen höheren Grad von Oxydation besitze, weil die Flüssigkeit aus dem Dünndarm der Pferde sauer ist, weil die filtrirte Flüssigkeit aus dem Darm des Pferdes, der mit verdauten Speisen angefüllt war, mit Gallapfeltinctur und blausaurem Kali gleich nach der Vermischung einen schwarzen und blauen Niederschlag gab, während der Chylus nur sehr langsam die Farbeveränderung zeigte.

Nach der Unterbindung des Ductus thoracicus folgt der Tod in der Regel unvermeidlich, nach Duverney in 15, nach A. Cooper in 9—10 Tagen, nach Dupuytren's Versuchen an Pferden in 5—6 Tagen; zuweilen unterliegen die Thiere nicht, wenn noch mehrere Verbindungen des untern Theils des Ductus thoracicus mit dem obern Theil desselben stattfinden, auch wohl wenn, wie Panizza bei Schweinen, und Wutzer mit mir einmal beim Menschen sah, Verbindungen mit der Vena azygos stattfinden, oder wenn 2 Ductus thoracici vorhanden sind (Vögel, Schildkröten).

Schriften über den Chylus: Werner, *de modo, quo chymus in chylum mutatur. Tübingae*, 1800. Horkel's, *Archiv für die thierische Chemie. T.* 1. *Heft* 2. Emmert und Reuss, Scherer's *Journal* 5. *p.* 154. 691. Emmert, Reil's *Archiv* 8. *p.* 145. Marcet, *medico-chirurg. transact.* 1815. 6. 618. Meck. *Arch.* 2. 268. Brande, *Philos. transact.* 1812. Meck. *Arch.* 2. 278. Prout, *Annals of philos.* 13. *p.* 12. 263. Meck. *Arch.* 6. 78. Ant. Mueller, *Dissert. exp. circa chylum. Heidelb.* 1819. Tiedemann und Gmelin a. a. O. 2. 66.

3. Von der Veränderung der Nahrungsstoffe im Lymph- und Blutgefässsystem.

Bei der Nahrung von Pflanzenstoffen sind die in ihnen enthaltenen stickstoffhaltigen Materien, Kleber, Pflanzeneiweiss, Pflanzenleim, Pflanzencasein (s. oben p. 392) dem thierischen Eiweiss schon analog zusammengesetzt; die Nahrung bei Pflanzenkost beruht daher nach Liebig, Dumas, Lehmann sehr wahrscheinlich auf der Extraction dieser Materien aus den Pflanzentheilen, ihrer Aufnahme in das Lymphsystem und in das Blut, und man ist dermalen nicht berechtigt, anzunehmen, dass auch Stärkemehl, Zucker, Fett und andere stickstofflose Materien in den ersten Wegen oder während der Circulation durch eine ihre Zusammensetzung integrirende Aufnahme von Stickstoff in Eiweiss umgewandelt werden. S. oben p. 394.

Was wird aber aus den löslichen, oder während der Verdauung gelösten stickstofflosen Pflanzenstoffen, dem genossenen oder aus Stärkemehl gebildeten Zucker? Dass er in dieser oder einer andern Form ins Blut gelange, und nicht mit den Excrementen abgehe, folgt schon aus seiner Löslichkeit. Wenn er auch nicht durch die Lymphgefässe aufgenommen würde, so würde er jedenfalls doch in das Blut eindringen, in die Capillaren des Darms eindringend, so gut wie alle löslichen, selbst giftigen Stoffe. Es kann also nur die Frage seyn, ob er als Zucker oder im Darm verwandelt in einer andern Form ins Blut gelange. In der Harn-

ruhr, wo Zucker durch die Nieren ausgeschieden wird, gelangt er wahrscheinlich, ohne Metamorphosen zu erleiden, aus der Pflanzennahrung durch die Circulation in die Nieren. Man hat ihn zwar noch nicht sicher im Blute der Diabetischen gefunden, aber eben weil er daraus abgeschieden wird, wie der Harnstoff schon im Blute vorhanden ist, aber erst nach der Exstirpation der Nieren darin gefunden wird. Die Säugenden sondern Milchzucker in der Milch ab, der ohne Zweifel bei den Pflanzenfressern aus stickstofflosen Nahrungsstoffen gebildet wird. Er selbst, oder die Grundlagen, aus denen er gebildet wird, finden sich nicht im Blute der Säugenden, auch weil er eben immer daraus abgeschieden wird. Ausser dem Säugen und der Harnruhr wird kein Zucker und keine stickstofflose Substanz durch ein Absonderungsorgan abgeschieden, als die stickstoffarme Galle und die Milchsäure im Harn. Daraus folgt, dass der Zucker entweder in der Form von Gallenbestandtheilen oder Milchsäure den Körper, oder von Kohlensäure und Wasser den Körper verlasse.

Nach dem Genuss von Zucker ist derselbe im Blute gefunden worden. Bei einer 22 Tage bloss mit Zucker gefütterten Gans, konnte der Zucker durch Gährungsversuche im Magen und Dünndarm, so wie im Blute, nicht aber in den Blinddärmen und im Mastdarm nachgewiesen werden. TIEDEMANN und GMELIN. *Die Verdauung. II.* 236. GMELIN's *Chemie. II.* 1461. Auch v. BIBRA fand Zucker im Blute nach dem Genuss von sehr viel Zucker. HOFFMANN, *das Proteïn und seine Verbindungen. Giessen* 1842. *p.* 58. TROMMER hat nach seiner Methode, die kleinsten Mengen Zucker zu entdecken *), im Blute den genossenen Traubenzucker nicht auffinden können, obgleich $\frac{1}{10000}$ Traubenzucker dem Blute zugesetzt, deutlich wieder nachgewiesen werden konnte.

Die Ausscheidung der stickstofflosen Nahrungsstoffe in Form von Gallenbestandtheilen scheint mir unzweifelhaft aus TIEDEMANN's und GMELIN's Versuchen über die Fütterung von Gänsen mit blossem Zucker, oder Stärke zu folgen. Eine mit blossem Zucker gefütterte Gans lebte 22 Tage, eine mit trockenem Stärkmehl gefütterte 27 Tage, eine mit gekochter Stärke gefütterte 44 Tage. Nach dem Tode dieser Thiere fand sich constant Galle im Darmkanal, im dritten Falle fand sich sogar ergossene Galle im Magen, im Mastdarm grünlichbraune Excremente, die Blinddärme mit dunkelgrüner breiiger Masse gefüllt, und auch die Gallenblase war strotzend mit dunkler Galle gefüllt. a. a. O. *II.* 188—197. Da die Bestandtheile der Galle zum Theil stickstoffhaltig sind, so muss man mit LIEBIG annehmen, dass die stick-

*) Versetzt man eine Auflösung von Traubenzucker und von Kali so lange mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, als das ausgeschiedene Kupferoxydhydrat sich noch wieder auflöst, so scheidet sich nach kurzer Zeit Kupferoxydul aus, besonders in der Wärme. Eine Flüssigkeit, welche $\frac{1}{100000}$ Traubenzucker enthält, giebt, wenn sie gekocht wird, noch einen sichtbaren Niederschlag, und wenn sie $\frac{1}{1000000}$ enthält, so sieht man, wenn man das Licht darauf fallen lässt, noch eine röthliche Färbung. Eine Auflösung von Rohrzucker mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt, färbt sich intensiv blau. *Monatsbericht d. Akad. d. Wiss. zu Berlin.* 1841. *Juni* 1823.

stofflosen Nahrungsmittel, insoweit sie durch die Galle ausgeführt werden, sich mit einer stickstoffhaltigen Materie verbinden. Liebig, *org. Chem.* 153.

Zusammensetzung des Amylons, Gummi's, Zuckers, Fettes.

	Amylon	Gummi	Rohrzucker	Schweineschmalz
Kohlenstoff . .	44,91	42,23	42,30	79,09
Wasserstoff . .	6,11	6,93	6,38	11,14
Sauerstoff . .	48,98	50,84	51,31	9,75
	Strecker	Gayl. u. Thén.	Liebig	Chevreul

Zusammensetzung der Choleinsäure und Cholinsäure.

	Choleinsäure	Cholinsäure
Kohlenstoff	63,70	68,5
Wasserstoff	8,82	9,7
Stickstoff	3,25	
Sauerstoff	24,21	21,8
	Demarçay	Dumas

Demarçay's Choleinsäure (Pikromel, Bilin) ist der Hauptbestandtheil der Galle. Durch ätzende Alkalien lässt sich ihr Stickstoff entfernen und man erhält Cholinsäure, die den fetten Säuren sehr ähnlich ist. Liebig a. a. O. p. 151.

Die stickstofflosen Nahrungsmittel können auch zum Theil in Milchsäure umgewandelt werden, wie Lehmann wahrscheinlich gemacht hat. a. a. O. p. 230. 323. Die Milchsäure erscheint fast in allen Flüssigkeiten des thierischen Körpers, theils frei, theils an Alkali gebunden, sie wird durch den Harn und Schweiss ausgeschieden. Sie entsteht leicht aus Gährungsprocessen stickstoffloser Substanzen. Gay-Lussac und Pelouze haben gefunden, dass sie sich durch Gährung aus Runkelrübensaft bildet. Die Säfte aus vielen andern Wurzeln, z. B. der Saft von Daucus Carota, Althaea officinalis geben zu ihrer Bildung Veranlassung, und Lehmann beobachtete ihre Entstehung aus Birken-, Gurken- und Kürbissaft. Pelouze fand, dass Kälberlab Zuckerlösung in Milchsäure umwandelt. Fremy, dass Mannit, Milchzucker, Dextrin in Berührung mit thierischen Häuten in der Wärme allmälig in Milchsäure übergehen. Die elementare Zusammensetzung der Milchsäure ist der des Stärkmehls gleich.

	Amylon	Milchsäure	Michzucker
Kohlenstoff	44,91	44,90	40,00
Wasserstoff	6,11	6,11	6,73
Sauerstoff	48,98	48,99	53,27

In der Milch scheint die Umsetzung des Milchzuckers in Milchsäure durch den Käsestoff disponirt zu werden. Diese Umwandlung scheint auch an der Coagulation der Milch durch Lab Antheil zu haben; denn Simon fand, dass reiner Käsestoff durch die Magenschleimhaut eines Säuglings nicht coagulirt wird, wenn nicht zugleich Milchzucker gegenwärtig ist.

Die Quantität der Milchsäure im Harn steht übrigens nicht in geradem Verhältniss mit der genossenen vegetabilischen Naht rung; denn nach Lehmann's Beobachtungen nimmt der Gehaldes Urins an Milchsäure mit animalischer Nahrung zu, vermindert sich dagegen sehr bei vegetabilischer Kost. Bei fleisch-

fressenden Thieren kann die Milchsäure nur aus einer Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen oder aus einer Umsetzung der fettigen Nahrungsstoffe erklärt werden.

Das Fett der fleischfressenden Thiere hat seinen Ursprung aus dem genossenen Fett; bei den Pflanzenfressern, rührt es zum Theil aus dem Fett der Pflanzennahrung, zum Theil aus der Umwandlung anderer stickstoffloser Nahrungsstoffe in Fett her. Diese Ansicht gründet Liebig auf die Aehnlichkeit in der elementaren Zusammensetzung des Amylons, des Zuckers und der Fette. Schweinefett enthält 79 Proc. Kohlenstoff auf 11,1 Proc. Wasserstoff, Amylon 44,91 Kohlenstoff auf 6,11 Wasserstoff. Diese Zahlen stehen aber zu einander in dem nämlichen Verhältniss wie der Kohlenstoff und Wasserstoff in den verschiedenen Fetten, oder wie 79 : 11. Daher Amylon, Gummi, Zucker nach Liebig durch ein einfaches Austreten von Sauerstoff in Fett übergehen können.

Diese Metamorphose wird direct bewiesen durch eine Beobachtung von Huber, dass Bienen, die er bloss von Honig und Zucker nährte, gleichwohl Wachs bilden. Dumas, Payen und Boussingault hatten die gegentheilige Ansicht ausgesprochen, dass das Fett der Pflanzenfresser so wie das Fett ihrer Milch bloss von den fettigen und öligen Bestandtheilen der genossenen Pflanzen herrühre. Die Discussionen über diesen Gegenstand, welche in der Academie des Sciences stattfanden, sind in den *Comptes rendus* und in *l'Institut* (1842, *N*. 461. 1843, *N*. 481. 484. 488.) zu lesen. Dumas und Milne Edwards haben indess neuerlich die Beobachtung von Huber bestätigt, daher Dumas seine frühere Ansicht aufgegeben hat. *Ann. d. sc. nat. T*. XX. *p*. 174. Bei den Fleischfressern ist das genossene Fett das einzige stickstofflose Nahrungsmittel, welches in ihren Körper eingeht. Ihre Milch enthält nach Simon keinen Milchzucker. Ihre Excremente sind von Galle viel weniger tingirt als bei dem Menschen. Zur Gallenbildung mag das Fett der Nahrungsmittel zum Theil verwandt werden. Allerdings lassen sich jene Secreta der Fleischfresser auch durch eine Zersetzung der Proteinverbindungen in stickstofflose Verbindungen und in die stickstoffreichen Bestandtheile des Harns erklären. Da indess die Galle und das Fett der Milch der Pflanzenfresser erweislich aus stickstofflosen Nahrungsmitteln grossentheils ihren Ursprung nehmen, so ist diese Ableitung auch bei den Fleischfressern nicht bloss erlaubt, sondern wahrscheinlich.

Die stickstofflosen Nahrungsmittel sind endlich auch, insoweit sie nicht zu Absonderungen und zur Fettbildung verwandt werden, der Zersetzung durch die Respiration unterworfen, und dasselbe gilt auch von dem im Körper angehäuften Fette bei Hungernden und Abzehrenden. Auch der Weingeist der geistigen Getränke verlässt in Form der Kohlensäure den thierischen Körper. S. oben p. 264.

Nach einer Entdeckung von Woehler sind die Pflanzensäuren und pflanzensauren Salze, welche in den Körper mit der Nahrung oder den Getränken gelangen, im Organismus einer

Metamorphose unterworfen. Die Pflanzensäuren werden (durch die Respiration) in Kohlensäure, die pflanzensauren Salze in kohlensaure Salze verwandelt und letztere verlassen den Körper durch den Harn. Die Benzoësäure, welche von den grasfressenden Säugethieren aus einigen Pflanzen aufgenommen wird, wird nach den Beobachtungen von Ure und Keller durch den thierischen Körper in Harnbenzoësäure, Hippursäure umgewandelt und verlässt als solche den Körper, da die Benzoësäure keinen Stickstoff enthält, so ist ihre Verbindung mit einer stickstoffhaltigen Substanz zu Hippursäure ein wichtiger Anhaltspunkt für die Ausscheidung stickstoffloser Nahrungsmittel in einer Stickstoff enthaltenden Verbindung durch die Galle.

Was aus den stickstoffhaltigen nicht nährenden Substanzen, Caffein, Thein, von ganz gleicher elementarer Zusammensetzung während der thierischen Metamorphose wird, ist zur Zeit noch unbekannt. Ich verweise auf die Bemerkungen Liebig's über ihre möglichen Metamorphosen *a. a. O. p.* 183. vergl. *ebend. p.* 336.

4. Von der Function der Milz, Nebennieren, Schilddrüse und Thymusdrüse.

Die hier genannten *Drüsen ohne Ausführungsgänge* (p. 346.) haben mit einander gemein, dass sie dem durch sie strömenden Blute irgend eine materielle Veränderung mittheilen, oder dass die von ihnen abstammende Lymphe eine besondere Rolle in der Chylification und Blutbildung spielt. Denn das Venenblut, das von ihnen kommt, und die von ihnen kommende Lymphe sind die einzigen von ihnen ausgeführten und in die allgemeine Oekonomie zurückfliessenden Stoffe.

A. Von der Milz.

Die Milz kommt nur bei den Wirbelthieren vor, sie ist hier fast durchaus beständig. Nach Rathke und Meckel sollte sie bei den Cyclostomen (Petromyzon, Ammocoetes) fehlen. Mayer (Froriep's *Notizen* 737.) hält ein drüsiges Organ an der Cardia von Petromyzon marinus für die Milz *). Bei Myxine fehlt die Milz nach Retzius wirklich, was ich von diesem Thiere wie von dem verwandten Bdellostoma bestätigen kann. Sonst ist die Milz allgemein. Sie fehlt weder beim Chamäleon, wo sie Treviranus vermisst hat, noch bei den Schlangen, wo sie meist Meckel übersah, bei den letzteren liegt sie, nach Retzius und Mayer in der Nähe des Pankreas. Bei den Cetaceen ist die Milz in mehrere Milzen zerfallen. Eine grosse Menge von getrennten Milzlappen besitzen einige Gattungen der Haifische, wie Lamna u. a., während die Milz in anderen Gattungen der Haifische zusammenhängend ist.

*) Nach Schwager-Bardeleben stimmt dieses Organ in der That im feinern Bau mit der Milz anderer Thiere. Bei den Myxinoiden liegt jederseits der Cardia eine gelbliche gelappte Drüse ohne Ausführungsgang, welche in ihrem Bau sehr eigenthümlich ist. Ich werde sie in dem Artikel von den Nebennieren beschreiben.

Die Milz liegt beim Menschen und den Säugethieren in demjenigen, doppeltblättrigen Theile des Peritoneums, der von der vordern und hintern Fläche des Magens zur grossen Curvatur desselben hingehend, zwischen der grossen Curvatur, dem Zwerchfell und dem Colon transversum ausgedehnt ist; vom Magen ab bis zum Colon transversum Netz, Netzbeutel genannt wird. Da dieser Theil des Peritoneums beim Embryo vor dem 4. Monat mit dem Colon noch nicht verwachsen ist, sondern in der hintern Wand der Bauchhöhle in das Peritoneum sich inserirt, wie bei vielen Säugethieren durchs ganze Leben, so ist dieser, anfangs von der grossen Curvatur zur hintern Wand der Bauchhöhle sich erstreckende, und anfangs noch nicht herabhängende Theil des Bauchfells frühzeitig ein wahres Magengekröse (Mesogastrium). Die Milz, welche zwischen den zwei Blättern dieses Theils liegt, ist also ursprünglich im Magengekröse enthalten, gleich wie die Lymphdrüsen im Mesenterium enthalten sind. Betrachtet man nun das ganze Gekröse als von der hintern Mittellinie ausgehend, wie denn auch das Magengekröse anfangs von der hintern Mittellinie zur grossen Curvatur gelangt, so ist also, genau genommen, die Milz nicht ein Organ der linken Hälfte des Körpers, sondern der Mittellinie zwischen den beiden Blättern des Mesogastriums, in der Gefässschicht sich erzeugend. Erst allmählig, da die Insertion des Mesogastriums in die hintere Bauchwand sich nach links wendet, kommt auch die Milz nach links. Die Milz ist also kein Organ der linken Seite, der das Paarige der rechten Seite fehlt, eben so wie auch die Leber ursprünglich nicht vorzugsweise der rechten Seite, sondern mit gleichen Hälften der Mittellinie angehört.

1. Bau der Milz. Malpighi, *de liene. Opera I.* 101. Heusinger, *über den Bau und die Verrichtung der Milz.* Mueller *im Archiv* 1834. 1. Giesker, *anat. physiol. Untersuch. über die Milz. Zürich* 1835. Vogel, *Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes. Lpz.* 1841. 451. Schwager-Bardeleben *de glandularum ductu excretorio carentium structura. Berol.* 1841. Henle, *allg. Anat.* 999. Spring, *memoire sur les corpuscules de la rate. Liège* 1842. Schlemm im *encyclop. Wörterb. d. med. Wissensch.* 23. 435.

Die Milz ist von einer festen fibrösen Haut überzogen, welche viele balkenartige Fortsätze durch das Innere der Milz ausschickt, durch welche das zarte, pulpöse, rothe Gewebe der Milz suspendirt ist. Innerhalb dieses rothen Gewebes kommen bei mehreren Thieren weissliche, runde, mit blossen Augen sichtbare Körperchen vor, welche von Malpighi zuerst entdeckt worden. Beim Menschen hat man sie bald angenommen, bald geläugnet (Rudolphi).

Diese Körperchen sind nach Dupuytren und Assolant in der Milz des Menschen graulich, sehr weich und nicht hohl, und haben einen Durchmesser von $\frac{1}{5}$ bis 1 Par. Linie. Sie sollen so weich seyn, dass sie beim Aufheben mit dem Messer zerfliessen. Nach Meckel sind es rundliche, weissliche, höchst wahrscheinlich hohle, oder wenigstens sehr weiche Körperchen von $\frac{1}{6}$ bis 1 Linie

Durchmesser, sehr gefässreich. Dergleichen weiche, beim Druck leicht zerfliessende Körperchen sieht man allerdings zuweilen bei dem Hunde, der Katze und in seltenen Fällen deutlich beim Menschen. Sie sind es, welche nach Home, Heusinger und Meckel, bei Thieren, nach eingenommenem Getränk, beträchtlich anschwellen sollen, was ich bezweifle. Ganz anders verhalten sich die von Malpighi ursprünglich gemeinten Körperchen der Milz einiger Pflanzenfresser.

In der Milz mehrerer pflanzenfressenden Thiere (des Rindes, des Schafes, des Schweins u. a. giebt es gewisse runde, weisse Körperchen von der Grösse von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter; diese Körperchen sind ziemlich hart, und weit entfernt, beim Druck zu zerfliessen. Rudolphi (*Grundriss der Physiologie, Band II. Abtheilung* 2. *p.* 175.), welcher die Malpighi'chen Körperchen nur in der Milz von Säugethieren annimmt, sagt, dass sie herausgehoben zusammenfallen oder zerfliessen. Dies kann sicherlich nicht von den weissen Körperchen, welche hier beschrieben werden, gelten, da diese bestimmt umschriebenen und fast durchgängig gleich grossen Theilchen ganz consistente und dem Druck widerstehende, beim sanften Zerreiben der Milz meist unzerstörbare Bildungen sind. Man sieht sie bald an der Milz des Schweines, Schafes, Rindes, auf Durchschnitten der Milz, oder noch besser, wenn man die Milz zerreisst, auf den Rissflächen, oder wenn man die Milz dieser Thiere einige Zeit maceriren lässt; dann nämlich erweicht sich die pulpöse Substanz der Milz ganz und wird schwärzlich, während die weissen Körperchen viel länger ungefärbt, nämlich weissgrau und unaufgelöst sich erhalten. Sind zerrissene Stücke der Milz einige Zeit macerirt worden, so erkennt man auch deutlich den Zusammenhang der Körperchen; man sieht, dass sie unter einander durch Fäden verbunden sind, und man kann ganze Büschel derselben aus der halbmacerirten Milz des Schweines und Schafes absondern. Bei Untersuchung der frischen Milz dieser Thiere ist es viel schwerer, den Zusammenhang der Körperchen zu erkennen; nur mit grosser Geduld lassen sich Büschel zusammenhängender Körper rein herauspräpariren, indem man unter der Loupe mit Nadel und Pincette arbeitet.

Diese Körperchen sind rundlich, sie variiren beim Schwein und Schaf von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser, beim Rind sind sie ein wenig grösser. Am leichtesten ist es, sie in der Milz der Schweine und Schafe zu untersuchen, ich kann mir es nur durch einen Gedächtnissfehler erklären, dass Rudolphi die Körperchen beim Schweine ganz läugnet, da sie doch bei keinem Thiere leichter zu sehen, leichter zu untersuchen sind.

Bei näherer Untersuchung sieht man nun, das keines der Körperchen isolirt ist; immer wird man jedes Körperchen nach einer oder nach beiden Seiten hin in Fortsätze auslaufen sehen. Zuweilen, aber selten, sind sie unter einander eine Strecke wie Knötchen einer Schnur verbunden, während die einzelnen Knötchen wieder feine Würzelchen ausschicken; meistens sitzen sie kurz gestielt an weniger dicken Fäden, welche Aeste von anderen Fäden sind, oder, was am häufigsten ist, sie sitzen an der

Seite von ästigen Fäden mit schmälerer oder breiterer Basis ungestielt auf. Die Fäden, welche sie verbinden, werden allmählig dünner in der Richtung der Verzweigung und gehen offenbar von grösseren Strängen aus. Die stärkeren Aeste, woran sie sitzen, zeigen auf dem Durchschnitte ein Lumen, wie sich bei mikroskopischer Untersuchung erweist. Man kann die Aeste, woran die Körperchen sitzen, nach ihren Stämmchen hin verfolgen und gelangt bei Verfolgung dieser Stämmchen zuletzt auf die Stämme der Blutgefässe der Milz.

Durch feine Injectionen überzeugte ich mich, dass sie an den Arterienzweigen hängen und dass sie namentlich mit den Scheiden der Arterien, welche diesen Gefässen in der Milz eigen sind, verbunden sind. Ich hebe diesen Umstand um so mehr hervor, als er von einigen Beobachtern übersehen ist. Die zartesten Zweigelchen der Arterien bleiben übrigens diesen Körperchen in so weit fremd, als sie sich grösstentheils in dem pulpösen Gewebe der Milz verbreiten; bei feinen Injectionen sieht man die arteriösen Gefässchen mehr oberflächlich durch die Wände der Körperchen durchtreten, als auf ihnen sich verbreiten.

Die Malpighischen Körperchen sind nicht blosse Anschwellungen, oder Auswüchse der Gefässscheiden, sondern bestehen aus einem hohlen Bläschen, welches, indem es entweder mittelst eines Stiels der Scheide an dieser hängt, oder in ihre Oberfläche eingebettet ist, von der Scheide selbst einen Ueberzug erhält. Nach Henle ist die Wand der Malpighischen Körperchen nur von Körnchen gebildet und feine Bindegewebebündel ziehen über die Oberfläche hin.

Die Malpighischen Körperchen und ihre Stränge sind von der rothen pulpösen Substanz der Milz überall umgeben und liegen nicht in Zellen der Milz, wie Malpighi annahm. Feine weisse Würzelchen gehen hin und wieder von den Malpighischen Körperchen in die rothe Substanz über und enthalten zum Theil deutlich Arterienzweigelchen.

Die in den Bläschen enthaltene flüssige, weisse, breiige Materie besteht grösstentheils aus Körnchen, welche ungefähr so gross wie Blutkörperchen, aber nicht wie Blutkörperchen platt, sondern unregelmässig kugelförmig sind. Diese Körnchen sehen unter dem Mikroskop gerade so aus und sind eben so gross wie die Körnchen, welche die rothe Substanz der Milz ausmachen.

Beim Menschen sind die Malpighi'schen Körperchen sehr schwer zu beobachten. Nach der Maceration einer Milz habe ich sie neuerlich gesehen. Schwager-Bardeleben sah die Malpighi'schen Körperchen in der Milz der fleischfressenden Säugethiere und ich konnte sie neulich noch in der Milz einer Chelonia wahrnehmen. Daher zu vermuthen, dass sie allgemein vorkommen, wenn sie gleich nirgend so deutlich und leicht wie in der Milz der pflanzenfressenden Säugethiere zu beobachten sind.

Die rothe pulpöse Substanz besteht aus lauter rothbraunen Körnchen, so gross wie Blutkörperchen, von diesen aber verschieden dadurch, dass sie nicht platt, sondern kugelig sind.

Diese Körnchen lassen sich sehr leicht von einander ablösen. Nach Schwager-Bardeleben sind sie wieder in grosser Anzahl in dünnen häutigen Zellen enthalten. Der Inhalt der Körnchen ist wie in den Körnchen der Malpighischen Körperchen molecular. Diese Zellen, welche der Verf. in den Milzen aller Thiere wahrnahm, seien von den Malpighischen Körperchen nicht wesentlich verschieden. Die Malpighischen Körperchen der Pflanzenfresser unterscheiden sich jedoch durch Farbe und Festigkeit von der rothen weichen Pulpa.

In der pulpösen Masse der Milz verbreiten sich die büschelförmig verästelten feinsten Arterien, bis in die venösen, vielfach unter einander anastomosirenden Kanäle, in welche von da das Blut gelangt, ehe es von jedem Theile der Milz in das Venenstämmchen desselben übergeht. Die ziemlich starken anastomosirenden Anfänge der Venen scheinen äusserst zarte Wandungen zu haben. Betrachtet man ein Stückchen der Pulpa der Milz genauer, so sieht man, dass diese Pulpa wie durchlöchert ist, und dass sie gleichsam ein Netz von rothen Balken bildet, deren Durchmesser stärker ist, als die zwischen ihnen sich findenden Zwischenräume und Kanäle. Diese venösen Kanäle sind es, welche beim Aufblasen der Milz von den Venen aus, jener Substanz ein zelliges Ansehn geben. Injicirt man Wachsmasse durch die Venen, so erhält die Milz das Ansehn der Corpora cavernosa penis. Blut-Zellen sind hier nicht vorhanden. Die zarte, rothe, von venösen Kanälen unter den mannigfaltigsten Richtungen durchschnittene und durchlöcherte Substanz der Milz ist so weich und zerstörbar, dass die einzelnen Theile dieser Substanz einer Suspension bedürfen, und diese wird dadurch ausgeführt, dass die weiche Substanz von dem fibrösen Balkengewebe, welches von der äusseren Haut der Milz ausgeht, in den mannigfaltigsten Richtungen durchsetzt wird.

2. *Function der Milz.*

Das Einzige, was man von der Bedeutung der Milz kennt, ist, dass sie keine grosse Bedeutung in der thierischen Oekonomie hat, indem sie nach übereinstimmenden Erfahrungen vieler Beobachter ohne irgend eine erhebliche Folge exstirpirt werden kann. Nach dieser Exstirpation hat Dupuytren bei Hunden grössere Gefrässigkeit bemerkt, Mayer (*med. chirurg. Zeit.* 1815. 3. *Bd.* 189.) Vergrösserung der Lymphdrüsen, Tiedemann Vergrösserung der Schilddrüse, was alles jedenfalls nicht constant, da Schwager-Bardeleben es nicht wiederfand. Auch die von Einigen behauptete vermehrte Harnabsonderung nach Exstirpation der Milz ist nach Tiedemann und Gmelin keine wesentliche und constante Erscheinung. Eben so wenig beobachteten sie Erscheinungen von schlechter Verdauung, wie Mead und Mayer; sie fanden auch keine Veränderung in der Galle, und es ist also unrichtig, wenn Mehrere diese sehr bitter und dunkelgefärbt gefunden haben wollten. Siehe Tiedemann und Gmelin *über die Wege p.* 105. Dass der Geschlechtstrieb bei Säugethieren, denen die Milz exstirpirt worden, sich vermehre, wie behauptet worden, haben Tiedemann und Schwager-Bardeleben nicht bestätigt.

Die Widerlegung der Hypothesen über die Function wird uns nicht lange beschäftigen, da sie zum Theil auf ganz unrichtigen Voraussetzungen beruhen, die anderen sich aber weder beweisen noch widerlegen lassen.

Widerlegen lassen sich alle Hypothesen, welche die Milz als in einem wesentlichen Verhältniss zur Leber stehend betrachten. Doellinger betrachtet die Milz als das Product einer symmetrischen Bildung, die Milz sei gleichsam die unausgebildete rechte Leber. Die Leber ist indess anfangs ganz symmetrisch und steht in gar keiner Beziehung zur Milz, und die Milz ist selbst symmetrisch, indem sie in der Gefässschicht der Gekrösblätter, nämlich im Magengekröse, sich bildet, wie früher bemerkt wurde. Auch auf den Umstand, dass die Milzvene zur Pfortader geht, und auf die Hypothese, dass die Milz das Blut zur Gallenabsonderung vorbereite, ist kein Werth zu legen; denn die Beziehung zur Pfortader hat sie mit dem ganzen chylopoëtischen System und bei den niedern Wirbelthieren sogar mit den unteren Extremitäten, bei den Fischen mit den Genitalien und der Schwimmblase gemein. Vergl. oben p. 152. Die Gallenabsonderung wird in Folge der Exstirpation der Milz nach Schwager-Bardeleben nicht verändert. Einige sprechen ohne allen Beweis von Desoxydation des Blutes in der Milz. Andere lassen durch die Milz die Absonderung des Magensaftes gefördert werden, weil sie bei angefülltem Magen weniger Blut aufnehme (?), wieder Andere, wie Lieutaud, Moreschi, sehen die Milz als einen Blutbehälter für den Magen an, indem entweder durch den Druck des angefüllten Magens weniger Blut der Milz aus der Arterie zufliessen soll, was für die Thiere nicht passt, wo die Milz nicht am Magen liegt, oder indem der verdauende Magen mehr Blut anziehe. Aehnlich ist die Hypothese von Dobson (*Lond. med. phys. Journ. Oct.* 1820. Frorieps *Not.* 615.). Nach ihm soll die Milz zur Zeit, wo der Process der Bildung des Chymus zu Ende ist, anschwellen, nämlich 5 Stunden nach der Mahlzeit habe die Milz das Maximum ihres Volumens erreicht; 12 Stunden nach dem Füttern sei die Milz klein und enthalte wenig Blut. Da nun nach einer Mahlzeit eine grössere Quantität Blut im Organismus sich befinde als zu irgend einer andern Zeit, und da die Blutgefässe diese Vermehrung ohne Nachtheil nicht aufnehmen können, so sei die Milz ein Behälter für diesen Ueberschuss. Nachdem aber die Absonderung dieses Maximum der Blutmasse wieder vermindert habe, nehme auch das Volumen der Milz wieder ab. Die Prämissen scheinen mir nicht erwiesen und die Structur der Milz deutet auf tiefere Beziehungen zur Blutbereitung hin.

Dobson hat ferner die Versuche von Magendie bestätigt, nach welchen das Volumen der Milz durch Injection von Flüssigkeiten in die Venen vermehrt wird. Organe, deren Gewebe so weich und deren Gefässsystem so ausdehnbar wie das der Milz sind, müssen allerdings schon aus mechanischen Gründen bei Gegenwart einer grösseren Menge von Flüssigkeit in dem Blutgefässsystem, mehr als andere anschwellen. Mehrere haben nach Genuss von Getränken Anschwellung der Milz beobachtet, und

Home glaubte einst, die Flüssigkeiten sollten auf unbekannten Wegen aus dem Magen zur Milz und von da zur Harnblase gebracht werden, was er später zurückgenommen. *Philos. Transact.* 1811.

Auf die von Einigen beobachtete Anschwellung der Malpighischen Körperchen der Milz nach vielem Trinken bei Thieren ist deswegen kein Werth zu legen, weil diese Körperchen überhaupt nicht so leicht zu beobachten sind, dass man sicher begründete Vergleichungen anstellen könnte.

Die Annahme von Defermon (*Nouv. biblioth. méd. Mars* 1824. Froriep's *Not.* 148.), dass das Volumen bei dem Genusse verschiedener Stoffe sich verändere, sich unter dem Einflusse des Strychnin's, Kamphers, essigsauren Morphiums vermindere, scheinen mir nicht erwiesen.

Die Function der Milz beruht wahrscheinlich entweder in einer unbekannten Veränderung des durch ihr Gewebe durchgehenden Blutes, wodurch sie zur Blutbildung beiträgt, oder sie sondert eine eigenthümliche Lymphe ab, welche zur Chylification beiträgt, indem die Lymphe zur übrigen Lymphe ergossen wird. Nur die Venen oder die Lymphgefässe können die durch die Milz veränderte thierische Materie ausführen; Letzteres ist die Hypothese von Tiedemann. Welche von beiden Ansichten richtig, ist unbekannt, und worin jene Veränderung der thierischen Materie besteht, noch weniger bekannt.

Das Blut der Milzvene ist nach Tiedemann, Gmelin und Bardeleben von anderem Venenblute nicht verschieden, wenn dies gleich von älteren Beobachtern und selbst in neuerer Zeit von Autenrieth (*Physiol.* 2. 77.) behauptet worden. Tiedemann und Gmelin sahen es wie anderes Blut gerinnen. *Versuche über die Wege etc. p.* 70. Bardeleben a. a. O. Dagegen fand Schultz (Rust's *Magazin* 1835. 325.) das Blut der Pfortader schwärzer als anderes Venenblut und am dunkelsten im nüchternen Zustande der Thiere. Neutralsalze und atmosphärische Luft färbten es nicht heller roth, sein Coagulum ist weniger fest und es enthält weniger Faserstoff und Eiweiss, dagegen mehr Fett. Den grössern Fettgehalt bestätigt Fr. Simon.

Hewson hatte die Ansicht aufgestellt, dass die Milz, wie die lymphatischen Drüsen und die Thymusdrüse, bestimmt sei, aus dem arteriellen Blute einen Saft abzusondern, welcher, der Lymphe beigemischt, die Blutkörperchen ausbilde. Hewson *opus posth. sive rubrarum sanguinis particularum thymi et lienis descriptio.* 1786. Hewson, Tiedemann, Fohmann, Seiler und ich selbst sahen die Milzlymphe in einzelnen Fällen röthlich; diess ist indess keine constante Erscheinung. Jedenfalls bilden sich die Blutkörperchen auch nach der Exstirpation der Milz. In welchem Verhältniss die Drüsen ohne Ausführungsgänge zu einander stehen, ist unbekannt. Die Schilddrüse schwillt nach Exstirpation der Milz zufolge der Versuche von Schwager-Bardeleben nicht an, die Nebennieren, Thymus- und Lymphdrüsen nicht, wenn gleich Milz und Schilddrüse zugleich exstirpirt worden. Diese Theile zeigten sich in ihren Functionen in keiner Weise verändert, Blutkörperchen und

Quantität des Blutkuchens verhielten sich durchaus so wie gewöhnlich.

Mayer hat beobachtet, dass die Milz sich bei wiederkäuenden Thieren und Vögeln nach der Exstirpation wiedererzeuge, indem sich nämlich an der Stelle der Exstirpation ein Körper von der Grösse einer Lymphdrüse nach einigen Jahren wiederfand. Bei Vögeln erfolgte die Wiedererzeugung am schnellsten und schon innerhalb eines Jahres.

B. Von den Nebennieren.

1. *Bau der Nebennieren.* Vergl. *Müll. Arch.* 1836. 365., Bardeleben, Henle *a. a. O.*

Die Nebennieren kommen bei dem Menschen, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Haifischen, Rochen und Myxinoiden*) vor. Retzius hat sie bei den Schlangen und Plagiostomen beschrieben. Nagel beobachtete Spuren derselben bei den Crocodilen, Schildkröten, Schlangen. Derselbe hält mit Retzius beim Frosch nicht die Fettkörper für die Nebennieren, sondern einen Streifen körniger, gelber Substanz an der vordern Fläche der Nieren.

Die Nebennieren bestehen aus einer gelben Rindensubstanz, die aus senkrechten Fasern besteht, und aus einer dunklen schwammigen Marksubstanz. Wenn sich eine Art Höhle im Innern der Nebenniere vorfindet, so ist dies immer die Nebennierenvene. In der Rindensubstanz haben die kleinsten Arterien und Venen zufolge meiner Beobachtungen eine ganz eigenthümliche Disposition. Sie haben nämlich die Form gerader, paralleler, gleich dicker, sehr enger Röhrchen, welche alle den nämlichen Durchmesser haben, und in der schönsten Regelmässigkeit dicht neben einander von der Oberfläche senkrecht nach innen gehen, und fast so eng wie die gewöhnlichen Capillargefässnetze sind. Sowohl bei Injection der Arterien als der Venen, erhält man dieselben senkrechten Gefässe mit sehr länglichen Maschen injicirt. An der äussern Oberfläche der Nebennieren liegt ein gewöhnliches Capillargefässnetz, dessen Röhrchen kaum merklich enger sind, als die der Corticalsubstanz. Alle senkrechten Venenzweigelchen ergiessen sich in das Venengewebe der Marksubstanz. Die Medullarsubstanz der Nebennieren ist sehr schwammig und besteht grösstentheils aus einem Venengewebe, welches in die Zweige der Vena suprarenalis übergeht, die im Innern des Organes ziemlich weit ist. Durch die Vena suprarenalis kann man daher jenes schwammige Gewebe aufblasen. Dieser Bau, den man

*) Die Nebennieren der Myxinoiden sind gelbliche, weisse, gelappte Drüsen, welche auf jeder Seite hinter den Kiemen, neben dem Ende der Speiseröhre, liegen. Die kleinsten Läppchen sitzen büschelweise zusammen durch ihre Blutgefässe. Jedes derselben ist länglich und besteht aus zwei Reihen cylinderartiger Zellen mit Kern, wie die Zellen des Cylinderepitheliums, am Ende des Läppchens biegen diese Reihen in einander um. Zwischen beiden Reihen verlaufen die Blutgefässe mit Bindegewebe. Ich rechne hierher auch gewisse kleine, birnförmige, weisse Körperchen, welche Rathke bei Ammocoetes jederseits am obersten Theil der Bauchhöhle, an den Hohlvenen ansitzend, fand, und welche ich wiedergesehen.

durch feine Injectionen sehr gut darstellen kann, ist, beim Ochsen, Kalb, Schaf, Schwein derselbe wie beim Menschen, indem die Nebennieren sich nur durch die äussere Form und Oberfläche unterscheiden. Siehe NAGEL a. a. O. HENLE fand in der Substanz der Nebennieren Zellen von unregelmässigen, eckigen, keilförmigen Gestalten, wie Ganglienkugeln, sie liegen dicht an einander und bilden theils Stränge, theils rundliche Haufen oder Läppchen, die vielleicht nur scheinbar durch Windung der Stränge erzeugt werden. Man sieht in der Rinde Schläuche von 0,012—0,030''' Durchmesser, stellenweise dicker und dünner, ganz von körniger Masse ausgefüllt, die noch nicht in besondere Zellen abgegrenzt, sondern ein Continuum zu bilden scheint, in welchem die Kerne eingeschlossen sind. HENLE *allg. Anat.* 1003.

2. *Function* unbekannt. Ob das Blut während des Durchgangs durch das beschriebene Gefässgewebe der Rinde eine eigenthümliche Veränderung erleidet, und als verändertes Blut durch die Vena suprarenalis zum übrigen Venenblut gelangt? Die Vena suprarenalis müsste man beim lebenden Thiere unterbinden, was auf der linken Seite angeht und die Feuchtigkeit im Innern der Vene und Nebenniere untersuchen. Dass die Nebennieren bei den kopflosen Missgeburten vorzugsweise vor anderen Organen fehlen sollen, ist wohl nicht begründet.

Beim Embryo des Menschen sind sie nach MECKEL's und meinen Untersuchungen anfangs grösser als die Nieren, und bedecken selbst die Nieren, wie z. B. bei einem 1 Zoll langen Embryo. Erst bei 10—12 Wochen alten Embryonen sind die Nieren den Nebennieren an Grösse gleich; dagegen sind nach meinen Beobachtungen die Nebennieren der Säugethierembryonen zu keiner Zeit grösser als die Nieren. Mit den Harnwerkzeugen stehen diese Organe in keiner Beziehung. Bei der Lageveränderung der linken Niere auf die rechte Seite sah ich die Nebenniere an der gewöhnlichen Stelle; eben so bei der Atrophie der linken Niere unverändert.

C. Von der Schilddrüse.

1. *Bau der Schilddrüse.* HENLE *a. a. O. p.* 1003. BARDELEBEN *a. a. O. p.* 18.

Die Substanz der Schilddrüse enthält viele kleine Zellen, die mit Körnchen gefüllt sind. Die Körnchen enthalten noch kleinere Granula.

Im Kropfe schwellen diese Zellen an und füllen sich mit einer durchscheinenden Materie, welche leicht fest wird.

2. *Function der Schilddrüse* unbekannt.

D. Von der Thymusdrüse.

Bau der Thymusdrüse. ASTLEY COOPER *the anatomy of the Thymus gland. Lond.* 1832. HENLE und BARDELEBEN *a. a. O.*

Die Thymusdrüse ist verhältnissmässig beim Fötus am grössten; nach der Geburt wächst sie noch und bleibt gross im ersten Jahr, hernach vermindert sie sich allmählig, bis sie zur Zeit der Pubertät meist ganz geschwunden ist. Die Thymus des Kalbes

besteht aus grösseren und kleineren Lappen. Jeder Lappen wird durch zahlreiche absondernde Zellen und durch grössere Höhlen oder Behälter gebildet. Beim Menschen sind die grössten Lobuli nicht grösser als eine Erbse. Bei genauerer Untersuchung sieht man nach Cooper, dass die Lobuli, wenn sie aus einander entwickelt werden, zu Kränzen vereinigt sind, die wie Halsbänder als grössere und kleinere Perlen erscheinen. Um die innere Structur zu beobachten, muss man eine leichte, oberflächliche Schicht von einem oder von mehreren Lappen zugleich wegnehmen, man sieht dann eine Menge kleiner Höhlen, diese Höhlen enthalten zum Theil eine reichliche weisse Flüssigkeit der Drüse. Aus diesen Höhlen gelangt die Flüssigkeit in einen gemeinsamen Behälter, und der letztere bildet einen gemeinsamen und verbindenden Raum zwischen den verschiedenen Lappen, und ist von einer zarten Haut ausgekleidet. Auf der innern Fläche des Behälters bemerkt man kleine Oeffnungen, welche in taschenförmige Erweiterungen führen, und durch diese Erweiterungen führen die Höhlen der Lappen zum gemeinsamen Behälter. Diese Oeffnungen sind jedoch nicht so zahlreich als die Lappen, weil jede Tasche mit mehr als einem Lappen zusammenhängt. Nach Cooper sitzt beim Kalbsfötus an jedem Horn der Thymus ein grosser Lymphgang, der mit einer Injection leicht angefüllt werden kann; und an der Verbindungsstelle der beiden Jugularvenen in die Vena cava super. sich endigt. Indessen ist die Verbindung der Lymphgefässe mit den Höhlungen der Drüse nicht erwiesen.

Henle fand in der Thymus Bläschen von 0,016‴ von einer zarten Haut gebildet und innerlich ganz mit Körnchen gefüllt. Bardeleben sah in jedem Lobulus eine sphärische Höhle, die mit Körnchen von granulösem Inhalte gefüllt waren. Verbindende Gänge und ein gemeinsames Receptaculum konnte derselbe nicht wahrnehmen.

Der Inhalt der Lobuli der Thymus gerinnt von Alkohol, Mineralsäuren und Hitze. Liquor kali caustici verwandelt sie in einen fadenziehenden Stoff. 100 Theile enthalten 16 festen Stoff. Die Salze sind salzsaures und phosphorsaures Kali und phosphorsaures Natron; eine Spur von Phosphorsäure. Faserstoff scheint dieser Stoff nicht zu enthalten, und dadurch unterscheidet er sich von der Lymphe und dem Chylus.

2. *Function.*

Nach Cooper's anatomischen Resultaten zu schliessen, wird aus der Thymus ein eigenthümlicher eiweissreicher Stoff durch die Lymphgefässe in die Venen ausgeführt; über die Art, wie diess Organ zur Blutbildung des Fötus und Kindes beiträgt, scheint es ganz unfruchtbar, Hypothesen aufzustellen.

Tyson (*Lond. med. surg. Journal. Jan.* 1833. Froriep's *Not.* 807.) stellt die Hypothese auf, dass die Thymus beim Fötus das Blut von den Lungen ableite, welches nach der Geburt den Lungen zugewendet werde. Jede Hypothese ist unzureichend, welche die Function der Thymus als eines Theils des Fötus, und nicht als eines Theils auch des kindlichen Alters betrachtet.

VII. Capitel. Von der Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

Das Leben ist mit einer beständigen Zersetzung der organischen Materie verbunden, deren Ursachen in dem allgemeinen Theil dieses Handbuchs p. 35. und 339. untersucht worden. Zur Aeusserung des Lebens ist die Einwirkung äusserer Reize nothwendig. Diese reizen mit Veränderung der materiellen Zusammensetzung, und es entstehen bei der Erzeugung edlerer Verbindungen nothwendig immer Ausscheidungen von unbrauchbaren Bestandtheilen der zersetzten Verbindungen. Aber auch die Umwandlung der Nahrungsstoffe in Blut macht die beständige Ausscheidung von unbrauchbaren Bestandtheilen nothwendig. Die Apparate, wodurch diese Zersetzungsproducte nicht gebildet, sondern nur ausgeschieden werden, sind die äussere Haut und die Nieren. Die Natur dieser Ausscheidungen soll hier untersucht werden. Die organischen Bedingungen aller Secretionen und Excretionen sind in dem Abschnitte von der Absonderung p. 376. zergliedert worden.

John Dalton (*Edinburgh new philosophical Journal. Nov.* 1832. *Januar* 1833.) stellte an sich selbst eine Reihe von Experimenten über die Quantität der von einer gesunden Person genommenen Nahrungsmittel in Vergleich mit den verschiedenen Excretionen an. Die erste Reihe derselben dauerte 14 Tage, wobei im Durchschnitt täglich 91 Unzen oder beinahe 6 Pfund avoir du pois an festen und flüssigen Stoffen verzehrt wurden. Der Totalbetrag des in 14 Tagen ausgeleerten Harns betrug 680 Unzen, der der Faeces 68 Unzen. Auf den Tag kamen im Durchschnitt $48\frac{1}{2}$ Unzen Harn und 5 Unzen Faeces, zusammen $53\frac{1}{2}$ Unzen. Da nun täglich 91 Unzen verzehrt wurden, so musste bei gleichbleibendem Gewicht des Körpers die Ausdünstung der Haut und Lungen $37\frac{1}{2}$ Unzen betragen. Diese erste Reihe der Versuche war im März angestellt; die zweite fiel in den Juni, die dritte in den September. Im Sommer wurden 4 Unzen an festen Stoffen weniger, dagegen 3 Unzen an flüssigen Stoffen mehr ausgeleert. Durch die Ausdünstung gingen 44 Unzen, oder 6 Unzen mehr als im Frühling, fort; im Herbst wurde die Hälfte der täglichen Consumtion durch die Ausdünstung ausgeschieden. Dalton berechnet, dass er täglich etwa $11\frac{1}{2}$ Unze Kohlenstoff in den Nahrungsmitteln zu sich nahm. Das Carbon von dem Urin rechnete er $1\frac{1}{4}$ Proc.; diess giebt auf $48\frac{1}{2}$ Unzen Urin täglich 0,5 bis 0,6 Unzen Kohlenstoff. Hundert Theile Faeces haben $\frac{3}{4}$ Wasser, der Rest enthält nicht mehr als 10 Theile Kohlenstoff. Diess beträgt in 5 Unzen Faeces $\frac{1}{2}$ Unze Carbon, also werden $10\frac{1}{2}$ Unzen Kohlenstoff durch die Perspiration fortgeschafft. Nach früheren Untersuchungen (*Manchester memoirs. New. series. Vol.* 2. *p.* 27.) brachte Dalton durch das Athmen in 24 Stunden 2,8 Pfund Troy Kohlensäuregas hervor. Diess beträgt gegen 0,78 Pfund Troy Kohlenstoff oder 0,642 Pfund avoir du pois oder $10\frac{1}{4}$ Unzen avoir du pois. Die wässrige Perspiration der Lungen beträgt höchstens 1,55 Pfund Troy = 1,275 Pfund avoir du pois

= $20\frac{1}{2}$ Unzen avoir du pois. Fügt man dazu $10\frac{1}{4}$ Unzen Kohlenstoff, so hat man $30\frac{3}{4}$ Unzen für das in einem Tage aus den Lungen ausgeathmete Wasser nebst Kohlenstoff, und zieht man diese von $37\frac{1}{2}$ ab, so bleiben für die unmerkliche Ausdünstung aus der Haut $6\frac{3}{4}$ Unzen täglich, welche aus circa $6\frac{1}{2}$ Unzen Wasser und $\frac{1}{4}$ Unze Kohlenstoff bestehen werden. Daher würde man durch das Athemholen fünfmal mehr Substanz als durch die ganze Körperoberfläche verlieren.

In den 6 Pfund Nahrungsstoffen, die man täglich zu sich nimmt, rechnet Dalton gegen 1 Pfund Kohlenstoff und Stickstoff zusammengenommen; das Uebrige ist grösstentheils Wasser.

Neuere ausführliche Untersuchungen über das Verhältniss der Einnahmen und Ausgaben des thierischen Körpers hat Valentin in dem Artikel Ernährung in Wagner's *Handwörterbuch d. Physiologie B. I. Braunschweig* 1842. und in seiner *Physiologie I. B. Braunschweig* 1844. *p.* 725 geliefert.

Die Ausscheidung fremdartiger, in den Kreislauf aufgenommener Stoffe geschieht nicht durch alle Oberflächen zu gleicher Zeit und gleich stark. Es zeigt sich vielmehr, dass eins oder das andere der Ausscheidungsorgane eine grössere Anziehung gegen gewisse fremdartige Stoffe äussert, und dieselben leichter ausscheidet als andere. So haben Magendie (*Bulletin de la société philom.* 1811.) und Tiedemann (*Zeitschr. für Physiol. S.* 2.) gezeigt, dass Alkohol, Kampher, Terpentingeist, Moschus, Schwefelkohlenstoff, Phosphor durch die Lungen aus dem thierischen Körper ausgeschieden werden. Nach Injection einer Auflösung von Phosphor in die Venen eines Thiers, stossen die Lungen Wolken von weissen Dämpfen aus, welche im Dunkeln leuchten. Dagegen werden salinische Stoffe und manche Farbestoffe leichter durch die Harnabsonderung, verändert oder unverändert, ausgestossen. Im Allgemeinen kann man sagen, dass diejenigen Stoffe, welche durch ein Ausscheidungsorgan in der Regel ausgeschieden werden, auch leicht Reize seiner Thätigkeit seyn können, und es lässt sich aus dieser Bemerkung die harntreibende Wirkung der Neutralsalze aus dem Umstande herleiten, dass diese Salze eben durch die Nieren meist unverändert wieder ausgeschieden werden.

Woehler (Tiedemann's *Zeitschrift I. Bd.*) hat ausgedehnte Untersuchungen über den Uebergang fremdartiger, in den Organismus aufgenommener Stoffe in den Harn angestellt, welche im Artikel von dem Harn ausführlicher mitgetheilt werden.

I. Hautausdünstung und Schweiss.

Die äussere Haut ist der Sitz einer zweifachen Absonderung, von Fettabsonderung und von Ausdünstung; erstere findet in den Folliculis sebaceis der Haut statt, sie ist noch nicht untersucht. Beim Fötus bildet sie einen salbenartigen Ueberzug der Haut, Vernix caseosa, und besteht nach Frommherz und Gugert aus einem innigen Gemenge von einem dem Gallenfette ähnlichen Fett und Eiweiss, welches letztere indess von Liquor amnii herrühren kann.

Die Quellen der wässrigen, dunstförmigen Absonderung sind die Haut und die Lungen. Bei stärkerer Bewegung und grösserer äusserer Wärme, und in verschiedenen Krankheiten, auch wenn die Ausdünstung durch Wachstaffet oder Pflaster verhindert wird, sammelt sich das Ausgeschiedene in Tropfen, der Schweiss. Die Quellen des Schweisses sind die über die ganze Haut zerstreuten, kleinen, spiralförmigen Bälge, die Schweisskanälchen, welche Purkinje und Brescuet entdeckt haben. Siehe oben p. 432.

Nach Sanctorius mühevollen Untersuchungen, wodurch er durch sinnreiche Versuche auf der Wage die Menge der ausdünstenden Materien zu bestimmen sucht, haben in neuerer Zeit besonders Lavoisier und Seguin genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt. *Mém. de l'ac. des sc.* 1790. *Ann. de chim. T.* 90. Meckel's *Archiv.* 3. 599. Hiernach ist der Verlust bei einer Person durch Haut- und Lungenausdünstung in einer Minute 17—18 Gr. im Durchschnitt; 11 Gr. im Minimum, 32 Gr. im Maximum bei ruhendem Zustande. Um die Wirkung der Haut- und Lungenausdünstung abgesondert kennen zu lernen, bediente sich Seguin eines mit elastischem Harze überzogenen Taffetkleides, das keine Luft durchliess, oben offen war, und für den Mund eine von Kupfer umgebene Mündung hatte. Dieses Kleid wurde, nachdem es von Seguin angezogen worden, oben durch ein starkes Band verschlossen, dann die Kupfermündung um den Mund geklebt und befestigt. So setzte sich Seguin auf die Wage, wurde gewogen, blieb mehrere Stunden ruhig und wurde wieder gewogen. Der Unterschied zwischen beiden Wägungen gab den in dieser Zeit durch die Lungenausdünstung erlittenen Verlust. Hierauf verliess er die Hülle, liess sich sogleich wieder wägen und nach einer bestimmten Zeit von neuem wägen. Der Unterschied der letzten Wägungen gab den durch Lungenausdünstung und Hautausdünstung zugleich erlittenen Verlust. Die Subtraction der Lungenausdünstung von der gesammten Ausdünstung gab das Quantum der Hautausdünstung. Die Resultate dieser, lange Zeit mit grosser Genauigkeit fortgesetzten Versuche ergaben:

1) Wie verschieden auch die Menge der genossenen Nahrung seyn mag, in 24 Stunden kommt ein Mensch im ruhigen Zustande ohngefähr auf dasselbe Gewicht zurück, so dass 2) wenn unter sonst gleichen Umständen die Menge der Speisen variirt, oder bei gleicher Speisenmenge die der Ausdünstung abweicht, so wird die Menge der Excremente so vermehrt oder vermindert, dass doch um dieselbe Zeit dasselbe Gewicht wieder eingetreten ist, also bei gesunder Verdauung die verschiedenen Functionen sich unterstützen und vertreten. 3) Bei schlechter Verdauung wird die Ausdünstung vermindert. 4) Bei guter Verdauung hat die Menge der Speisen keinen grossen Einfluss auf die Ausdünstung. 5) Unmittelbar nach dem Essen wurde am wenigsten ausgedünstet. 6) Aber der durch die Ausdünstung verursachte Gewichtsverlust war während der Verdauung am grössten. 7) Der grösste Gewichtsverlust durch Ausdünstung ist in 24 Stunden 5 Pfund,

32*

der geringste 1 Pfund 11 Unzen 4 Drachmen. 8) Die Hautausdünstung hängt theils von der Beschaffenheit der Luft, theils des Körpers ab. 9) Das Mittel des Gewichtsverlustes durch Ausdünstung ist 18 Gr. in der Minute, wovon 11 auf die Hautausdünstung, 7 auf die Lungenausdünstung kommen.

Die Ausdünstungsmaterie enthält verdunstbare Theile, wie Kohlensäure, Wasser und andere Theile, die sich auf der Haut absetzen und mit der Hautsalbe den Schmutz bilden. Nach Thenard enthält die Hautausdünstungsflüssigkeit, welche er in einem vorher mit destillirtem Wasser ausgewaschenen, flanellenen Hemde sammelte, Kochsalz, Essigsäure, etwas phosphorsaures Natron, Spuren von phosphorsaurem Kalk und Eisenoxyd nebst einer thierischen Materie. Schweiss, der in Tropfen von der Stirn gelaufen war, enthielt Milchsäure einen im Alkohol löslichen Stoff (Osmazom) und eine kleine Menge im Alkohol unlöslichen Stoff, sehr viel Kochsalz, Chlorammonium. Anselmino sammelte die flüssige Ausdünstungsmaterie seines in einen Glascylinder eingepassten Arms, indem er die Oeffnung um den Arm mit Wachstaffet zuband, während der Arm nirgends das Glas berührte. Der Dunst sammelte sich auf den Wänden des Glases und wurde tropfbar; die Flüssigkeit enthielt essigsaures Ammoniak und Kohlensäure. Kohlensäureaushauchung hatten früher auch Abernethy und Mackenzie beobachtet, während sie in den Versuchen von Priestley, Fourcroy, Gordon nicht stattfand (Meckel's *Archiv* 3. 608.). Collard de Martigny (Magendie's *Journal* 10. 162.) hat gefunden, dass die von der Haut ausgehauchte Luft Kohlensäure und Stickgas in sehr variablem Verhältnisse enthält. Diese Aushauchung ist nicht beständig vorhanden, sie ist copiös nach Anstrengungen und dem Essen. Zuweilen war das Gas blos Stickgas, was mit den Erfahrungen von Ingenhouss, Trousset und Barruel übereinstimmt. Zuweilen war es fast blosses Kohlensäuregas, was an die Beobachtungen von Milly, Cruikshank, Jurine, Abernethy, Mackenzie erinnert. Collard will nach reichlicher Fleischnahrung mehr Stickstoff-, nach vegetabilischer Nahrung mehr Kohlensäureaushauchung bemerkt haben. Collard hat das sich von der Haut entwickelnde Gas unter einem oben verstopften und innerlich mit ausgekochtem Wasser gefüllten Trichter gesammelt, und schliesst hieraus, dass das Kohlensäuregas der Hautausdünstung als solches aus dem Körper ausgeschieden werde, da es auch ohne Berührung mit der atmosphärischen Luft austrete.

Die Trockenheit der Luft vermehrt die Ausdünstung, wiewohl durch diese letztere Abkühlung hervorgebracht wird; allein eine grosse Erhöhung der äussern Wärme giebt ein umgekehrtes Resultat. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Froriep's *Not.* 150. 151. Die Transspiration ist reichlicher bei bewegter Luft und bei niederem Luftdruck. Edwards unterscheidet bei der Transspiration dasjenige, was der physikalischen Evaporation zukommt und auch am todten Körper in denselben Umständen erfolgen würde, und das, was dem Lebensact der Haut zukommt; letzteres soll nur $\frac{1}{6}$ der Totalsumme ausmachen, wo die Temperatur der Atmosphäre nicht über 20°

ist. Das Product der physikalischen Ausdünstung ist fast reines Wasser, das der organischen führt thierische Bestandtheile. Die physikalische Ausdünstung wird unterdrückt, wenn die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist, und die organische Ausdünstung wird aufgehoben, wenn das Individuum erkältet wird. Die Transspiration durch die Lunge soll nur durch physikalische Ausdünstung stattfinden, diese Evaporation kann durch eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft, deren Temperatur eben so hoch oder höher ist als die des Körpers, vermindert werden. Erwärmung und Erkältung steht mit der Ausdünstung in so inniger Beziehung, dass auch hierüber das Wichtigste aus Edwards Untersuchungen angeführt werden muss. Bei gleicher Temperatur theilt tropfbares Wasser leichter Wärme mit als Wasserdunst, dieser leichter als Wassergas, dieses mehr als trockene Luft; man verträgt daher bei gleicher Temperatur die letztere länger. Feuchte, warme Luft erhitzt uns mehr, weil sie mehr Wärme mittheilt als trokkene, und weil die physikalische Ausdünstung in letzterer stärker ist. Bei gleicher, ja selbst bei geringerer Temperatur erregt warme, mit Wassergas und besonders mit Wasserdampf gesättigte Luft eine stärkere Transspiration als trockene Luft. Ist die Temperatur der Luft geringer als die des Körpers, so entzieht die trockene Luft uns weniger Wärme, als feuchte Luft, sie hat bei gleicher Temperatur eine weniger erkältende Wirkung, weil feuchte Luft besser die Wärme leitet als trockene Luft.

Anselmino hat den Schweiss untersucht. Tiedemann's *Zeitschrift* 2. 321. Nach dieser Analyse enthalten 100 Theile eingetrockneten Schweisses:

in Wasser und Alkohol unlöslich (meist Kalksalze)	2
in Wasser, nicht in Alkohol löslicher Thierstoff (der nach Berzelius's Ansicht ohne hinreichenden Grund von Anselmino für Speichelstoff erklärt wird) und schwefelsaure Salze	21
in wässrigem Alkohol löslich: Kochsalz und Osmazom . . .	48
in wasserfreiem Alkohol löslich: Osmazom, Milchsäure und milchsaure Salze (von Anselmino für Essigsäure und essigsaure Salze genommen)	29
	100

Berzelius vermisst in diesem Resultate den im Schweiss vorhandenen Salmiak und das milchsaure Ammonium. In der Asche des getrockneten Schweisses fand Anselmino kohlensaures, schwefelsaures, phosphorsaures Natron, und etwas Kali nebst Kochsalz, phosphorsauren und kohlensauren Kalk mit Spuren von Eisenoxyd. In dem Schweiss der Pferde, welcher bekanntlich ein weisses Pulver absetzt, fand Anselmino den Harnstoff nicht, den Fourcroy darin gefunden hatte. An mehreren Theilen des Körpers ist der Schweiss eigenthümlich, was indess auch von dem Secret der Folliculi sebacei herrühren kann. So ist der Schweiss der Achselhöhlen ammoniakalisch und der der Genitalien enthält Buttersäure; endlich riecht die Ausdünstung mancher Thiere und Menschen eigenthümlich, bei Thieren haben indess solche Gerüche häufig in besonderen Drüsen, z. B. am After, ihren Grund.

Der Zweck der Hautausdünstung wird aus der Analyse nicht klar, denn die im Schweiss vorkommenden Stoffe kommen auch in dem Harn vor. Da indess die Hautausdünstung, wie aus Seguin's Versuchen hervorgeht, in dem innigsten Wechselverhältnisse mit den Ingestis und den anderen Excretionen steht, so lässt sich wohl einigermassen begreifen, wie die plötzliche Unterbrechung derselben so grosse Störungen in der thierischen Oekonomie hervorbringt, weil sie auf den Säftezustand und das Gleichgewicht der Vertheilung der Säfte im ganzen Körper zurückwirkt. Wie die Hautausdünstung uns gegen höhere Wärmegrade schützt, ist früher auseinandergesetzt worden. Siehe p. 76.

Dass bei der Hautausdünstung nicht bloss von dem Blute verdunstet, was verdunsten kann; sondern dass Ausdünstung und Schweiss wahre Secretionen sind, beweisen die Krankheiten, in denen diese Absonderungen, trotz einer hohen Temperatur der Haut zuweilen ganz aufgehoben sind, wie in manchen fieberhaften Krankheiten, in welchen der Einfluss der Nerven auf das Hautorgan beschränkt ist.

So steht auch die Hautaussonderung in dem engsten Verhältnisse mit der Harnabsonderung. Es scheint zwar vorzüglich das durch die Hautausdünstung entfernt zu werden, was bei der Temperatur des Körpers Gasgestalt annehmen kann, während durch den Urin die mehr tropfbarflüssigen Excreta entfernt werden. Aber diese Secretionen stehen auch in einer Wechselwirkung. Bei einem profusen Harnflusse, wie im Diabetes, ist die Haut trocken. In den heissen Jahreszeiten und Klimaten wird weniger durch den Harn und mehr durch die Haut ausgeführt, im Winter und in kalten Gegenden ist es umgekehrt, und dasselbe Wechselverhältniss zeigt sich in den Krankheiten.

Aber nicht bloss durch den Antagonismus der Secretionen (p. 387), sondern noch durch viele andere, theils in der Haut selbst, theils in ihrer Wechselwirkung mit anderen Organen liegende Ursachen wird die Hautabsonderung verändert. In Beziehung auf den Zustand der Haut selbst ist zu bemerken, dass gelinde Hautreize, auf die Haut selbst, wie warme Bäder, applicirt oder von dem Blute aus wirkend (Diaphoretica), die Hautabsonderung vermehren. Befindet sich aber die Haut im Zustande einer zu grossen Reizung, so wird sie roth und heiss und perspirirt nicht, und im Zustande der Entzündung sondert sie, wie in der Regel entzündete Theile, gar nicht ab; daher bewirken ausgebreitete Hautentzündungen, durch Störung des Gleichgewichts der Vertheilung der Säfte leicht antagonistische, krankhafte Thätigkeiten, wie Entzündung der Schleimhäute. So hat man bei ausgedehnten Verbrennungen Entzündung der Darmschleimhaut, der Lungenschleimhaut entstehen gesehen, und bei den exanthematischen Hautentzündungen von Ausscheidung einer krankhaften Materie durch die Haut wächst die Befürchtung innerer Entzündungen nicht allein in dem Maasse, als die Ausscheidung der im Blute vorhandenen krankhaften Materie durch die Haut verhindert wird; sondern auch in dem Maasse der Heftigkeit der Haut-

entzündung, und in dem Maasse, als dadurch die Function der Haut aufgehoben wird.

Die Thätigkeit der Haut hängt hinwieder sehr von dem Zustande des Nervensystems und des Gefässsystems ab.

In fieberhaften Affectionen wird in dem Maasse die Absonderung der Haut und der Schleimhäute vermindert, als der Einfluss des Nervensystems auf die peripherischen Theile gehemmt ist. In anderen, nicht fieberhaften Zuständen dagegen bewirkt eine plötzliche Entziehung des Nerveneinflusses, wie in der Ohnmacht, in deprimirenden Leidenschaften, eine profuse Absonderung eines kalten Schweisses.

II. Harnabsonderung.

Durch die Harnabsonderung werden theils zersetzte und unbrauchbare Thierstoffe, wie Harnstoff und Harnsäure, die wesentlichsten Bestandtheile des Harns und die für die thierische Oeconomie überflüssigen Salze, theils die zufällig in den Kreislauf gelangten fremdartigen Substanzen im veränderten oder unveränderten Zustande ausgeschieden.

Die Ausscheidung des Harns ist in der Thierwelt sehr verbreitet, selbst die Insecten sondern in den sogenannten Gallengefässen (besser Vasa Malpighiana) Harnsäure ab. Vergl. p. 426. Man hat zwar in ganzen Insecten schon Harnsäure gefunden, wie Robiquet in den Canthariden (*ann. de chim.* 76.). und daraus geschlossen, dass die Harnsäure allgemeiner in dem Insectenkörper verbreitet sey. Aber bei der Untersuchung ganzer Insecten musste man nothwendig die Harnsäure jener Gefässe mit erhalten. Auch bei den Mollusken kommt die Harnabsonderung vor, bei den Schnecken in dem sogenannten Saccus calcareus (*l'organe de la viscosité* Cuvier.), dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm hergehend, sich dicht an dem After ausmündet. Jacobson hat in jenem Organe Harnsäure gefunden. Meckel's *Archiv.* 6. 370.

Der Harn. (Nach Berzelius, Woehler und Liebig.)

Der Harn des Menschen ist klar, bernsteingelb und aromatisch riechend; er schmeckt salzig bitter und reagirt stark sauer. Der Harn der Rinder, Pferde, Kaninchen und mehrerer anderer pflanzenfressender Säugethiere ist alkalisch und bei einigen nur ganz frisch sauer. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere ist trüber und oft fadenziehend, und zersetzt sich nicht so schnell wie der der Fleischfresser. Das specif. Gewicht des Harns des Menschen variirt zwischen 1,005 bis 1,030. In Krankheiten, namentlich in der Harnruhr, steigt es zuweilen bis 1,050. Zuweilen trübt sich der Harn beim Erkalten und setzt dann einen grauen oder blassrothen Niederschlag ab, der sich beim Erwärmen wieder auflöst. Nach einigen Tagen riecht der Harn ammoniakalisch reagirt alkalisch, und bedeckt sich mit einer weissen, schleimigen Haut, in der sich, wie auf der innern Seite des

Gefässes, kleine weisse Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-talkerde zeigen. Berzelius *Thierchemie.*

I. Wesentliche Bestandtheile des Harns.

Ausser dem Schleim der Harnwege, der im Harn selten sichtbar ist, enthält der Harn wesentlich nach Berzelius Analyse:

Wasser	933,00
Harnstoff	30,10
freie Milchsäure milchsaures Ammoniak Osmazom in Alkohol löslich Extractivstoff in Wasser löslich	17,14
Harnsäure	1,00
Blasenschleim	0,32
schwefelsaures Kali	3,71
— — Natron	3,16
phosphorsaures Natron	2,94
zweifach phosphorsaures Ammoniak	1,65
Chlornatrium	4,45
Chlorammonium	1,50
phosphorsaure Kalkerde und Talkerde	1,00
Kieselerde	0,03
	1000,00

1. *Harnstoff. Urea.* Von Cruikshank im Harn entdeckt. Man erhält ihn, indem man den behutsam zur Honigdicke abgedampften Harn mit 4 Weingeist auszieht, und den Weingeist verdunstet, und reinigt ihn durch wiederholtes Auflösen in Wasser oder Weingeist und Krystallisiren. Oder man versetzt den eingedampften Harn mit 3 Salpetersäure, welche den Harnstoff als salpetersauren Harnstoff niederschlägt, zersetzt dieses Salz durch kohlensauren Baryt oder Bleioxyd und zieht den Harnstoff durch Alcohol aus. Die Krystalle des Harnstoffs sind feine seidenglänzende Nadeln, oder lange, schmale, vierseitige Prismen, oder, im unreinen Zustande, Blätter, rein farblos, unrein gelb und braun; er ist ohne Geruch und von kühlendem, salpeterähnlichem Geschmack; er reagirt weder sauer noch alkalisch, in feuchter und warmer Luft zerfliesst er. Bei + 15° Cent. bedarf der Harnstoff weniger als sein gleiches Gewicht Wasser zur Auflösung, von kochendem Wasser wird er in allen Verhältnissen gelöst; er löst sich in 5 kaltem Weingeist; von Gerbestoff wird er nicht gefällt. Bis zu 120° Cent. erhitzt, schmilzt er ohne Zersetzung, noch mehr erhitzt geräth er in's Kochen, und es sublimirt sich kohlensaures Ammoniak, die schmelzende Masse wird nach und nach breiartig, und bei vorsichtig geleiteter Hitze bleibt zuletzt ein grauweisses Pulver übrig, welches Cyansäure ist, die sich auch bei trockener Destillation der Harnsäure sublimirt. Der Harnstoff geht mit Säuren und Basen Verbindungen ein, ohne sie zu neutralisiren. Merkwürdig ist, dass Salmiak bei Gegenwart von Harnstoff aus seiner wässrigen Auflösung statt in Octaëdern in Würfeln, und Kochsalz statt in Würfeln in Octaëdern krystallisirt. Salpetersäure fällt den Harnstoff aus concentrirter, wässriger Lösung, als Verbindung. Der Harnstoff ent-

hält mehr Stickstoff als irgend ein thierisches Product; er besteht nach PROUT aus:

Stickstoff . .	46,65
Kohlenstoff .	19,97
Wasserstoff .	6,65
Sauerstoff . .	26,65

WOEHLER hat entdeckt, dass man den Harnstoff künstlich zusammensetzen kann, wenn man frisch gefälltes cyanichtsaures Silberoxyd mit einer Auflösung von Chlorammonium übergiesst. Hierbei verwandelt sich das Silbersalz in Chlorsilber, und statt des cyanichtsauren Ammoniaks, welches sich bilden sollte, entsteht Harnstoff. Auch entsteht er, wenn man cyanichtsaures Bleioxyd mit caustischem Ammoniak behandelt; die so erhaltene Auflösung enthält vor dem Abdampfen noch cyanichtsaures Ammoniak und keinen Harnstoff, und erst nach dem Verdunsten der Auflösung verwandelt sich das Salz in Harnstoff. WOEHLER hat ferner gefunden, dass sich Ammoniakgas und cyanichtsaurer Dampf zu einer weissen, wolligen, fein krystallinischen Materie condensiren, welche cyanichtsaures Ammoniak ist, die sich aber beim Schmelzen, Kochen oder freiwilligen Verdunsten ihrer Auflösung in Harnstoff verwandelt. So bildet sich auch zuerst cyanichtsaures Ammoniak und aus diesem Harnstoff, wenn man cyanichte Säure mit Wasser oder mit flüssigem Ammoniak behandelt. Endlich entsteht Harnstoff, wenn man Cyangas in Wasser leitet und dieses sich damit zersetzt.

PREVOST und DUMAS haben die wichtige Entdeckung gemacht, dass sich der Harnstoff im Blute vorfindet nach der Exstirpation beider Nieren, so dass diese Materie im gesunden Blute eben darum nicht gefunden wird, weil sie beständig daraus abgeschieden wird. Nach Exstirpation beider Nieren treten die Zufälle am 3. Tage ein, nämlich braune, reichliche und sehr flüssige Stuhlgänge und Erbrechen, Fieber mit erhöhter Temperatur bis 43° Cent., zuweilen Sinken bis 33°. Der Puls wird klein, häufig und steigt bis 200; das Athmen häufig, kurz, zuletzt schwer. Am 5—9. Tage erfolgte der Tod. Man findet Ergiessung eines hellen Serums in den Hirnhöhlen, die Bronchien voll Schleim, die Leber entzündet, die Gallenblase voll, den Darm voll flüssigen, durch Galle gefärbten Kothes, die Harnblase sehr zusammengezogen. Das Blut der operirten Thiere (Hunde, Katzen, Kaninchen) war wässriger und enthielt Harnstoff, der durch Alkohol ausgezogen wurde. 5 Unzen Blut eines Hundes, der nur 2 Tage ohne Nieren lebte, gaben über 20 Gran Harnstoff, 2 Unzen Katzenblut 10 Gran. *Bibl. univers.* 18. 208. MECKEL's *Archiv.* 8. 325. VAUQUELIN und SEGALAS haben diese Entdeckung bestätigt. MAGENDIE, *Journal de Physiologie* 2. 354. MECKEL's *Archiv.* 8. 229. Das Blut wurde getrocknet, der Rückstand ausgewaschen, das Wasser abgedunstet, der Rückstand mit Alkohol versetzt und diese neue Auflösung wieder abgedunstet. Hierbei ist jedoch die Vorsicht nöthig, das Wasser in der Kälte und in dem durch die Schwefelsäure bewirkten leeren Raum verdunsten zu lassen. So erhielten sie aus dem Blute eines Hundes, dem 60 Stunden nach

der Operation die Ader geöffnet wurde, $\frac{1}{400}$ Harnstoff. Diese wichtigen Thatsachen, die auch Mitscherlich mit Gmelin und Tiedemann (*dessen Zeitschr. V.* 1.) bestätigt hat, beweisen, dass die Ablagerung urinöser Flüssigkeiten in verschiedenen Organen nach aufgehobener Function der Nieren nicht immer eine Folge von in den Harnwegen aufgesogenem Harn ist. Vergl. Nysten, *Recherches de Chemie et de physiol. pathol. Paris*, 1811. *p.* 263. Meckel's *Archiv.* 2. 678.

Wo wird Harnstoff gebildet? In den früheren Auflagen dieses Werkes wurde auf den Zusammenhang seiner Bildung mit dem Athmen hingewiesen. Aber seine Erzeugung erfolgt wahrscheinlich aller Orten in Folge der mit dem Leben verbundenen Zersetzung vermöge deren die Proteïnverbindungen unter Einwirkung des Sauerstoffs im Blute in Kohlensäure, Harnstoff, Wasser zerfallen. Ich verweise auf die Untersuchungen von Liebig. Vergl. oben p. 265. Aus der Nahrung scheint er nicht zu stammen. Bei Vögeln, die Tiedemann und Gmelin mit stickstofffreien Substanzen fütterten, nahm zwar die Quantität des weissen Harns ab. a. a. O. 2. p. 233. Aber er bildet sich auch ohne alle stickstoffhaltige Nahrung. Lassaigne hat im Harn eines Verrückten, der 18 Tage hungerte, die Bestandtheile des gesunden Harns gefunden. *Journ. de chim. méd.* 1. 272. In den Versuchen von Marchand enthielt der Harn eines Hundes, der mit Milch gefüttert wurde, 2,6 — 3 proc. Harnstoff. Er wurde darauf blos mit Zucker und Wasser gefüttert. In den ersten 6 Tagen ging der Gehalt des Harns an Harnstoff nur auf 2,8 proc., in den folgenden 5 Tagen auf 2,4 proc., in den folgenden 5 Tagen auf 1,8 proc. herab.

Der Harnstoff fehlt im Harn in mehreren Krankheiten, wie in Nervenzufällen, wo der Harn wässrig wird. Es fehlen dann die organischen Stoffe und nur die Salze sind vorhanden. Im Diabetes mellitus enthält der Harn Traubenzucker, der Harnstoff ist vermindert oder fehlt ganz und kommt in dem Maasse wieder, als der Zuckergehalt des Harns sich vermindert. Hier wird der so stickstoffreiche Harnstoff durch eine Materie ersetzt, welche gar keinen Stickstoff enthält. Harnzucker besteht aus 39,99 Kohlenstoff, 6,66 Wasserstoff und 53,33 Sauerstoff. Prout. Beim Diabetes insipidus, wo der Harn keinen Zucker enthält, ist der Harnstoff durch eine andere Materie ersetzt, die, grösstentheils durch Alkohol ausziehbar, mit Osmazom übereinkommt. In der allgemeinen Wassersucht des Zellgewebes, die man Anasarca nennt, enthält der Harn in dem Maasse Eiweissstoff und gerinnt über dem Feuer, als Harnstoff darin fehlt. Namentlich wird der Harn eiweisshaltig in der Bauchwassersucht bei der Bright'schen Degeneration der Nieren. Dagegen hat Marchand Harnstoff schon mehrmal in hydropischen Flüssigkeiten gefunden. Muell. *Arch.* 1837. 440. Eiweissgehalt des Harns mit vermindertem Harnstoffgehalt hat man auch in der chronischen Leberentzündung mit fortdauernder Verdauungsunordnung (Rose und Henry, Meckel's *Arch.* 2. 642.) so wie gegen das Ende aller abzehrenden Krankheiten bemerkt.

2. *Harnsäure. Acidum uricum.* Man gewinnt die Harnsäure aus dem Bodensatz des menschlichen Harns oder dem Harn der Vögel und Schlangen durch Auflösung des abgedampften Harns in erwärmtem wässrigen Kali, und schlägt aus dem Filtrat die Harnsäure durch Salzsäure nieder. (Gmelin *Chemie* 4. 839.) Die Harnsäure bildet weisse, wenn unrein, gelbliche oder bräunliche, perlglänzende, feine Schuppen, sie ist geschmack- und geruchlos und röthet feuchtes Lackmuspapier, sie braucht nach Prout mehr als ihr zehntausendfaches Gewicht kalten Wassers zur Auflösung, aber etwas weniger kochendes. In Alkohol und Aether ist die Harnsäure unlöslich. Bei der trocknen Destillation wird sie zersetzt; es sublimirt sich zuerst kohlensaures Ammoniak, darauf viel Cyanwasserstoffsäure und braunes Brandöl, und zuletzt sublimirt sich eine krystallinische Masse, Woehler's Cyansäure. Zugleich enthält aber auch das Sublimat eine Menge Harnstoff, wie Woehler entdeckt hat. (Poggend. *Ann.* 15. 529. Berzel. *Thierchemie p.* 328.) Die Zusammensetzung der Harnsäure ist nach Prout's 2 Analysen:

Stickstoff . .	früher	40,25	später	31,12
Kohlenstoff .	-	34,25	-	39,87
Wasserstoff .	-	2,75	-	2,22
Sauerstoff . .	-	22,75	-	26,77

Der warme Harn enthält weit mehr Harnsäure aufgelöst, als sich in einem gleichen Volumen kochend heissen Wassers auflösen kann, was Prout bestimmt hat, die Harnsäure als harnsaures Ammoniak im Harn anzunehmen. Gleichwohl ist die aus erkaltendem Harn niederfallende Harnsäure freie Säure. Nach Duvernoy (*Untersuchungen über den mensch. Urin. Stuttg.* 1835. 8.) wird die Harnsäure durch den Färbestoff des Harns im warmen Zustande aufgelöst erhalten. Der Niederschlag der Harnsäure aus dem erkaltenden Harn ist anfangs pulverig und grau, wird aber nach und nach rosenroth und krystallisirt beim Trocknen. Die röthliche oder ziegelmehlfarbige Färbung der Harnsäure rührt von der grössern Menge des mit der Säure verbundenen Färbestoffs her, bei intermittirenden Fiebern nimmt dieser rothe Färbestoff mit der sich niederschlagenden Harnsäure zu. Es ist nach Berzelius noch sehr zweifelhaft, ob die rothe Farbe im Bodensatz der fieberhaften Harnarten, wie Prout meint, von eingemengtem, purpursauren Ammoniak herrührt (Purpursäure, wird durch Behandlung von Harnsäure mit Salpetersäure künstlich erzeugt). Zwischen dem rohen und absetzenden kritischen Harn fand Duvernoy keinen wesentlichen Unterschied. Beide zeigen vermehrte Säurereaction, röthere Färbung und grössern Harnsäuregehalt. Der kritische Harn unterscheidet sich nur, dass er mehr Harnsäure enthält und sie leichter absetzt. Siehe über alles dies Berzelius *Thierchemie.* 335. und Duvernoy a. a. O.

Liebig und Woehler haben entdeckt, dass der Harnstoff in der Harnsäure in einer eigenen Verbindung praeexistirt, dass wenigstens Harnstoff nebst mehreren Producten aus der Harnsäure ausgeschieden werden kann. Poggend. *Ann.* 41. 561. Sie machten den Versuch, die von ihnen in der Harnsäure suppo-

nirte Verbindung durch Einwirkung einer oxydirenden Substanz zu zersetzen. Harnsäure mit Wasser zu dünnem Brei angerührt wurde bis fast zum Sieden erhitzt, dann Bleisuperoxyd zugesetzt, worauf sich Kohlensäure entwickelte. Aus der filtrirten farblosen Flüssigkeit setzten sich beim Erkalten farblose oder gelbliche glänzendharte Krystalle ab. Es ist Allantoissäure, diese Substanz, welche man in der Allantoisflüssigkeit der Wiederkäuer findet. Wurde die abgegossene Flüssigkeit eingedampft und erkaltet, so schossen Krystalle von Harnstoff an. Das Bleisuperoxyd selbst ist in eine weisse Masse verändert worden und diese besteht aus oxalsaurem Bleioxyd. Die Producte dieser Zersetzung sind also Allantoissäure, oder richtiger, da diese keine Säure ist, Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure. Allantoin besteht aus:

Kohlenstoff . . .	30,66	Atome	4
Stickstoff . . .	35,50	-	4
Wasserstoff . . .	3,75	-	6
Sauerstoff . . .	30,08	-	3

Eine Verbindung, die sich auch als zusammengesetzt aus 4 Atomen Cyan mit 3 Atomen Wasser ansehen lässt. Um oxalsaures Ammoniak zu werden, fehlen ihr die Elemente von 3 Atomen Wasser. Alkalien und Schwefelsäure verwandeln das Allantoin in oxalsaures Ammoniak. Nimmt man mit Liebig u. Woehler an, dass unter den Zersetzungsproducten der Harnsäure der Harnstoff schon vorgebildet sei und zieht man

$$\begin{array}{rll} \text{von 1 Atom Harnsäure} & = C^{10}\ N^{8}\ H^{8}\ O^{6} & \text{ab} \\ \text{1 Atom Harnstoff} & = C^{2}\ N^{4}\ H^{8}\ O^{2} & \\ \hline \text{so bleiben} & C^{8}\ N^{4}\ \ \ O^{4} & \end{array}$$

Diess sind aber die Elemente von 4 Atom Cyan und 4 Atom Kohlenoxyd. Hiernach stellen sich Liebig und Woehler die Harnsäure als eine Verbindung von Harnstoff mit einem aus Cyan und Kohlenoxyd zusammengesetzten Körper vor, der durch Bleisuperoxyd zerstört und in Oxalsäure und Allantoin umgewandelt wird.

Der Harn der Thiere ist von dem des Menschen häufig durch das Verhältniss von Harnstoff und Harnsäure verschieden. Der Harn der fleischfressenden Säugethiere enthält Harnstoff und Harnsäure. Nach Vauquelin und Coindet (Froriep's *Notizen Nr.* 272.) sollte er keine Harnsäure enthalten, allein Hieronymi hat sie im Harn von Thieren des Katzengeschlechts gefunden. In 100 Theilen Harn waren 13,220 Harnstoff mit Osmazom und freier Milchsäure und 0,022 Harnsäure enthalten. *Jahrb. d. Chemie u. Phys.* 1829. 3. 322. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere enthält Harnstoff, bei den grasfressenden Thieren Harnbenzoësäure (und Hippursäure) in harnbenzoësauren Salzen. Die darin geläugnete Harnsäure ist neulich von Bruecke gefunden. *Müll. Arch.* 1842. 91. Der Harn der Vögel enthält sehr viel Harnsäure, die als zweifach harnsaures Ammoniak vorhanden ist; der Harn der fleischfressenden Vögel enthält nach Coindet Harnstoff, allein dieser fehlt in dem Harn der pflanzenfressenden Vögel, welcher saures harnsaures Ammoniak enthält. Im Harn des Strausses beträgt die Harnsäure $\frac{1}{60}$ seines Gewichts. Bekanntlich ist der Vogelharn eine weisse, breiartige Flüssigkeit, welche Farbe von dem harnsauren Ammonium herrührt. Auch der Harn

der Schlangen und Eidechsen ist weiss und der der Schlangen sogar bald nach der Ausleerung erdig-hart; er enthält harnsaure Salze, von Kali, Natron und Ammoniak und etwas phosphorsauren Kalk, aber keine Spur von Harnstoff, den Scholz (Froriep's *Notizen* 13. 119.) auch nicht im Harn der Eidechse fand. Dagegen scheint der Harn der nackten Amphibien und Schildkröten ganz verschieden. Nach J. Davy's Untersuchung des Kröten- und Froschharns enthält dieser sehr wässrige Harn Kochsalz, Harnstoff und ein wenig phosphorsauren Kalk aufgelöst. Nach der Untersuchung einer bedeutenden Menge gelbbraunen Harns, der sich in der Blase einer grossen Testudo nigra (von den Gallopagos-Inseln lebend von Meyer mitgebracht) fand, durch Magnus und mich, enthielt, dieser Schildkrötenharn keine Spur von Harnsäure, dagegen 0,1 Proc. Harnstoff und einen braunen, in Wasser und Weingeist, Kali und Salzsäure löslichen Farbestoff.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich, dass die Bestandtheile Harnstoff und Harnsäure, wovon der erstere 46, die letztere 40 Proc. Stickstoff enthalten, nicht constant nach der Nahrung der Thiere im Harn variiren. Nur zeigt sich bei den pflanzenfressenden Säugethieren die Harnbenzoësäure, welche nur 7 Proc. Stickstoff enthält. Auch will Chevreul bei Hunden gefunden haben, dass bei anhaltender Pflanzenkost der Harn derselben dem der Herbivoren ähnlich werde, indem er keine Spur von Harnsäure und phosphorsaurem Kalk zeigte. Huenefeld *physiol. Chemie.* 1. 150.

Nach Schweig ist die Absonderung der Harnsäure täglichen, regelmässig wiederkehrenden Schwankungen unterworfen. Auch hat derselbe noch ein weiteres periodisches Schwanken beobachtet, welches sich in der Regel auf 6 Tage erstreckte, er nennt es die trophische Fluctuation der Harnsäure, mit welcher der periodus der Krankheiten zusammenzuhängen scheint. Schweig *Unters. über periodische Vorgänge im gesunden und kranken Organismus. Karlsruhe* 1843.

Unter den Krankheiten des Menschen ist es besonders die Gicht, wobei der Harn, gewöhnlich saurer und mehr Sedimente bildend, mehr Harnsäure enthält, wie denn auch die in den Gelenken der Gichtkranken entstehenden Knoten harnsaures Natron mit etwas harnsaurem Kalk sind. Bei dem die Gichtparoxysmen begleitenden Fieberzustande nimmt die Säure des Harns, wie in andern Fällen ab. Berzelius *Thierchemie.* Vergl. Nysten l. c. Auch der Schweiss der Gichtischen und Steinkranken enthält vielleicht Harnsäure.

Alle diese Umstände machen es sehr wahrscheinlich, dass die Quelle der Harnsäurebildung viel tiefer als an dem Ort ihrer Ausscheidung liegt, und dass sie in dem innigsten Verhältniss mit der Art des zugeführten Nahrungsmaterials und der Blutbereitung steht, wie sie sich denn auch im Harn, bei Pflanzennahrung vermindert.

Andererseits ist es gewiss, dass die mit dem Leben verbundene von der Nahrung unabhängige Zersetzung des Thierstoffs auch in der Form der Harnsäure geschehen kann, wie bei den Schlangen, den Insecten und Schnecken.

3. Im Harn der grasfressenden Thiere, zuweilen auch des Menschen, besonders der Kinder, findet sich auch Harnbenzoësäure, Acidum urobenzoicum s. hippuricum, als hippursaures Natron. Diese Säure wird aus dem Harn jener Thiere nach dem

Abdampfen durch Vermischen mit Salzsäure gefällt; sie bildet lange, durchsichtige, 4seitige Prismen, hat keinen oder nur schwach bittern Geschmack, röthet feuchtes Lackmuspapier. Nach Liebig ist diese Säure eine eigenthümliche Säure, und nicht bloss eine Verbindung von Benzoësäure und thierischer Materie. Da sie bei der Zersetzung Ammoniak entwickelt, so gehört sie unter die stickstoffhaltigen Materien. Hierdurch unterscheidet sie sich von der Benzoësäure, welche übrigens die Quelle der Harnbenzoësäure ist, da sie sich in mehreren Gräsern oder Futterkräutern findet. Die Harnbenzoësäure ist in kaltem Wasser schwer löslich, mehr löslich in kochend heissem Wasser; Alkohol löst weit mehr auf, weniger Aether. Sie besteht nach Liebig aus Kohlenstoff 63,032, Wasserstoff 5,000, Stickstoff 7,337, Sauerstoff 24,631.

4. *Milchsäure.* Nach Berzelius ist die Milchsäure ein allgemeines Product der freiwilligen Zerstörung thierischer Stoffe innerhalb des Körpers; sie bildet sich in grosser Menge in den Muskeln, wird vom Blut und dessen Alkali gesättigt, und in den Nieren des Menschen und der Thiere mit saurem Harn abgeschieden. Von ihr rührt hauptsächlich die saure Beschaffenheit des Harns her, obgleich derselbe auch saures, phosphorsaures Ammoniak und sauren phosphorsauren Kalk enthält. 100 Theile des festen Harnrückstandes enthalten nach Lehmann 2,309 freier und 1,704 gebundener Milchsäure. Ueber ihre Variation in Krankheiten s. Lehmann *physiol. Chemie I.* 288.

5. *Salze.* Im menschlichen Harne kommen schwefelsaure und phosphorsaure Salze vor. Berzelius vermuthet, dass die Säuren in diesen Salzen durch die chemische Wirkung in den Nieren entstehen, weil in den übrigen Flüssigkeiten des Körpers nur Spuren von schwefelsauren und sehr wenig phosphorsaure vorkommen, während der Harn sehr viel von beiden enthält; jenes folgt jedoch nicht nothwendig aus diesem. Derselbe vermuthet, dass der im Faserstoff, Eiweiss etc. befindliche Schwefel in den Nieren in Schwefelsäure verwandelt werde, während sich die übrigen Bestandtheile zu Ammoniak, Harnstoff etc. verbinden; dasselbe gilt von dem Phosphor mehrerer festen Theile. Im Harn der grasfressenden Thiere fehlen die phosphorsauren Salze, und statt ihrer sind kohlensaure. Kohlensäuregas ist nicht beständig im Menschenharn aufgelöst, wie Berzelius und Woehler's Versuche beweisen. Die Kieselsäure des Harns scheint vom Trinkwasser herzurühren. Die in den Salzen des Harns enthaltenen Basen sind Kali, Natron, Ammoniak, Kalkerde, Talkerde. Die Salze sind Chlorkalium, Chlorammonium, phosphorsaurer Kalk (im Harn sauer, in den Knochen basisch), und eine geringe Menge Fluorcalcium. Ueber Alles diess, so wie über die zweifelhaften Bestandtheile des Harns, den in wasserfreiem Alkohol löslichen Extractivstoff des Harns siehe Berzelius *Thierchemie*, woraus hier ein kurzer Auszug gegeben ist. Ueber die Variation der Menge der festen Theile des Urins nach der Nahrung, ohne Rücksicht auf die qualitativen Bestandtheile, hat Chossat eine sehr detaillirte Arbeit (Magendie's *Journal* 5. 65—225.) ge-

liefert, die keines Auszuges fähig ist. Vergl. über den Harn und die Harnbildung die in Meckel's *Archiv* 2. 629—704. gesammelten Aufsätze. Prout, Meckel's *Archiv* 4. 140.

Nysten (l. c. und Meckel's *Archiv* 2. 648.) hat den Harn nach der Verdauung, Urina chyli, mit dem wasserhellen und geschmacklosen Getränksharn, Urina potus, verglichen. Letzterer enthielt 13 Mal weniger Harnstoff als der Verdauungsharn, 4 Mal weniger schwefelsaures, salzsaures, phosphorsaures Natron und Ammonium, 16 Mal weniger Harnsäure. Entzündungsharn (Peritonitis) enthielt 3 Mal mehr Harnstoff als Verdauungsharn, mehr auflösliche Salze und viel Eiweiss, das im gesunden Harn nicht vorkommt. Im Froststadium eines Fiebers ist die Hautausdünstung vermindert und der Harn wässriger, weniger, wie Berzelius glaubt, weil das Wasser, was mit der Hautausdünstung sonst weggeht, nun mit dem Harn weggeht, denn es wird zur Zeit des Frostes wenig Harn abgesondert. Bei der weitern Entwickelung des Fiebers im Stadium der Hitze wird der Harn dunkler, und nun fängt er an von Quecksilberchlorid gefällt zu werden, welches keinen Niederschlag bewirkt, so lange der Harn seine Säurereaction behält. Je mehr sich der Zustand verschlimmert, um so gesättigter wird der Harn, und er fängt nun an, von Alaun und zuletzt auch von Salpetersäure gefällt zu werden, was einen zunehmenden Eiweissgehalt anzeigt. Berzelius *Thierchemie.* Wenn das Fieber vergeht, so stellt sich auf einmal die freie Säure im Harn wieder her, und beim Erkalten setzt er Sediment ab, was man herkömmlicher Weise Crisis durch den Harn nennt. (Doch fand Duvernoy den Fieberharn immer sauer.) Berzelius bemerkt, dass das Sediment keine ausgeleerten Krankheitsstoffe enthält, es ist nur etwas mehr als gewöhnlich von dem rothen Färbestoff, und zuweilen etwas Salpetersäure in unbekannter Verbindung. Bei Fiebern mit regelmässigen Paroxysmen bietet der Harn in jedem Paroxysmus diese 3 Zustände nach einander dar.

Der kritische Harn kann daher betrachtet werden als enthaltend die gewöhnlichen Producte der mit dem Lebensprocess verbundenen Zersetzung, welche während des Fieberanfalls zurückgehalten worden. Bei der Resolution der materiellen Producte entzündlicher Krankheiten kommt aber auch diese überall auch in den gesunden Structuren stattfindende Zersetzung in Betracht, und werden die pathologischen Producte an Faserstoff und Eiweiss wahrscheinlich auch in die Bestandtheile des Harns zersetzt und gehen in sofern als materia peccans in den Harn kritisch über.

Die Ausscheidung der natürlichen Bestandtheile des Harns steht unter dem Einflusse der Nierennerven. Nach Unterbindung derselben sahen wir ihre Ausscheidung ganz oder grösstentheils aufhören. Siehe oben p. 385. Marchand fand nach Unterbindung der Nierennerven Harnstoff im Blute und in dem Ausgebrochenen. *Journ. f. pract. Chemie, B. XI.*, 149.

II. Zufällige Bestandtheile des Harns.

Woehler hat eine Reihe sorgfältiger Versuche über den Uebergang von Substanzen aus dem Darmkanal in den Harn an-

gestellt. Tiedemann's *Zeitschrift. I. Bd.* Die Resultate dieser Versuche sind folgende.

1. Materien, welche sich nicht im Harn wiederfinden lassen: Eisen, Blei, Weingeist, Schwefeläther, Kampher, Dippelsöl, Moschus und die Färbestoffe von Cochenille, Lackmus, Saftgrün und Alcanna. Auch die Kohlensäure findet sich nach dem Genuss kohlensäurehaltiger Flüssigkeiten nicht reichlicher im Harn.

2. Materien, die im veränderten, zersetzten Zustande im Harn vorkommen: blausaures Eisenoxydkali in blausaures Eisenoxydulkali verwandelt, die Verbindungen des Kali und Natron mit Wein-, Citronen-, Aepfel- und Essigsäure in kohlensaure Alkalien verwandelt; das hydrothionsaure Kali in schwefelsaures Kali grösstentheils verwandelt; Schwefel geht als Schwefelsäure und Hydrothionsäure in den Harn über, Jod als hydriodsaures Salz, Kleesäure, Weinsäure, Gallussäure, Bernsteinsäure, Benzoësäure mit Basen verbunden. (Ure hat gefunden, dass die Benzoësäure durch den Organismus in Harnbenzoësäure, Hippursäure verwandelt wird, was durch die Verbindung mit einer stickstoffhaltigen Materie geschehen muss. Derselben Verwandlung unterliegt nach Marchand die Zimmtsäure.)

3. Unverändert gehen in den Harn über: kohlensaures, chlorsaures, salpetersaures und schwefelsaures Kali, hydrothionsaures Kali (grösstentheils zersetzt), blausaures Eisenoxydulkali, Borax, salzsaurer Baryt, Kieselerdekali, weinsaures Nickeloxydkali, viele Färbestoffe, wie die von löslichem (schwefelsaurem) Indigo, Gummigutt, Rhabarber, Krapp, Campechenholz, rothe Rüben, Heidelbeeren, Maulbeeren, Kirschen, viele Riechstoffe, zum Theil verändert, (Terpenthinöl (nach Veilchen riechend), das Riechende von Wacholder, Baldrian, Asa foetida, Knoblauch, Bibergeil, Saffran, Opium, das betäubende Princip des Kamtschadalischen Fliegenschwamms, und im krankhaften Zustande auch fettes Oel. In den Harn gehen übrigens nur aufgelöste und keine körnigen Stoffe über. Ueber die unerwiesene Annahme von metastatischem Eiter im Blut und im Harn, siehe oben p. 273.

Die Stoffe, welche nicht in den Harn übergehen, werden entweder durch andere Wege, wie die Ausdünstung, ausgeschieden, als der Kampher, oder werden schon im Darmkanal in einen unauflöslichen Zustand versetzt.

Woehler macht auch darauf aufmerksam, dass die Salze, welche durch den Urin ausgeleert werden, meist auch die Urinabsonderung befördern. In Hinsicht anderer, sogenannter harntreibender Mittel macht er die gewiss von den Aerzten zu beherzigende Bemerkung, dass manche derselben, wie die Digitalis, mit Unrecht in diesem Rufe stehen; denn diese wirkt nach Woehler, indem sie die Ursache der Wassersucht hebt, worauf das Wasser von selbst auf seinem gewöhnlichen Wege ausgeschieden wird; so dass in diesem Sinne auch die China, bei Wassersuchten, die auf Wechselfieber folgen, angewandt, ein sogenanntes Diureticum wäre.

Nach den Untersuchungen von Woehler ergiebt sich, dass

die Nieren nicht bloss die Bestimmung haben, Harnstoff und Harnsäure abzuscheiden, sondern dass auch alle auflöslichen, nicht flüchtigen und nicht innerhalb des thierischen Körpers zersetzten Stoffe, besonders aber auch das überflüssige Wasser, durch sie ausgeschieden werden. Ist die Wasserausscheidung in den Nieren durch Wasserabsetzung in anderen Theilen, wie in der Wassersucht, verhindert, so wird der Harn eine gesättigtere Farbe von seinem gewöhnlichen Farbestoff annehmen, ohne dass diess etwas mehr, als Ausscheidung von weniger Wasser anzeigt.

Die kohlensauren Alkalien machen den Harn alkalisch, lösen die Harnsäure; ihre Darreichung ist ein ziemlich sicheres Mittel zur Bekämpfung der harnsauren Diathese; da nun die Pflanzensäuren und pflanzensauren Alkalien bei dem Durchgang durch thierische Körper in den Harn in kohlensaure Alkalien verwandelt werden, so sind auch sie mit Erfolg bei der harnsauren Diathese des Harns anwendbar. (Pflanzensäuren allein machen den Harn nicht alkalisch.) Doch ist diese Diät nur beim Harngries und kleinen Steinchen wohl anwendbar; denn wenn grosse Steine in der Blase sind, so werden durch einen alkalischen Harn die erdigen, phosphorsauren Salze im Harn unauflöslich gemacht, und es können sich neue Niederschläge aus diesen Salzen um den Harnstein bilden. Woehler a. a. O. p. 317. Benzoësäure genossen, macht alkalischen Harn nach Ure wieder sauer und verhindert die Absetzung von Erdphosphaten.

Die Abscheidung des überflüssigen Wassers im Blute scheint ausserordentlich schnell zu geschehen und fast in dem Maasse, als das Blut wässrige Flüssigkeiten an einer andern Stelle aufnimmt. Das in den Magen gekommene Getränk wird grösstentheils im Magen schon aufgesogen und gelangt nicht einmal in Masse in den Dünndarm. Eben so schnell wird das gleichmässige Verhältniss der Zusammensetzung des Blutes durch die Ausscheidung des Wassers durch den Harn wieder hergestellt.

Ueber die Zeit des Ueberganges aufgelöster Stoffe aus dem Darmkanal ins Blut und in den Harn siehe oben p. 508. Nach Westrumb geht blausaures Kali schon innerhalb 2—10 Minuten in den Harn über. Stehberger hat bei einem Knaben mit Inversio vesicae urinariae Versuche über die Zeit dieses Ueberganges mit verschiedenen Substanzen angestellt. Tiedemann's *Zeitschrift* 2. 47.

Färberröthe zeigte sich	nach	15 Min.
Indigo	—	15 —
Rhabarber	—	20 —
Gallussäure	—	20 —
Campeschenholzabkochung	—	25 —
färbendes Princip der Heidelbeeren	—	30 —
— — der schwarzen Kirschen . . .	—	45 —
adstringirendes Princip der Herba uvae ursi . .	—	45 —
Pulpa cassiae fistulae	—	55 —
blausaures Eisenoxydulkali	—	60 —
Roob Sambuci	—	75 —

Bei allen aus dem Darmkanal in den Darm übergegangenen

Substanzen war ein Wendepunkt in ihrer Ausscheidung mit dem Urin zu bemerken. Dieser trat ein:

mit Färberröthe	nach 1	Stunde.
— schwarzen Kirschen . . .	— $1\frac{1}{4}$	—
— Indigotinctur	— $1\frac{1}{4}$	—
— Campeschenholzabkochung	— $1\frac{1}{4}$	—
— Rhabarbertinctur	— $1\frac{1}{3}$	—
— Herba uvae ursi	— $1\frac{3}{4}$	—
— Heidelbeeren	— 2	—
— Gallussäure	— $2\frac{1}{2}$	—
— Pulpa Cassiae fistulae . . .	— 4	—

Das gänzliche Verschwinden der Substanzen im Harn trat ein:

bei blausaurem Eisenoxydulkali	nach $3\frac{3}{4}$	Stunden.
— Indigo	— $4\frac{1}{2}$	—
— Rhabarber	— $6\frac{1}{3}$	—
— Campeschenholzabkochung	— $6\frac{3}{4}$	—
— Herba uvae ursi	— $7\frac{1}{3}$	—
— Heidelbeeren	— $8\frac{3}{4}$	—
— Färberöthe	— 9	—
— Gallussäure	— 11	—
— Pulpa Cassiae fistulae . . .	— 24	—

Der Harn sammelt sich in der Urinblase, deren Sphincter, wie der Sphincter ani, in der Regel geschlossen ist. Wenn die Quantität des Harnes grösser geworden ist, wird die Wirkung des Sphincters geschwächt; es entstehen Zusammenziehungen des Grundes der Blase. Wir können indess durch die Wirkung des Musculus pubo-urethralis, und vielleicht auch durch willkürlich verstärkte Zusammenziehung des Sphincters den Harn zurückhalten. Bei der willkührlichen Entleerung des Harnes wird dieser unter Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, welche die Bauchhöhle verengen, ausgetrieben. Die Contraction der Urinblase ist zwar nicht beständig dem Willen unterworfen; aber bei der allmählig verstärkten Reizung der Blase, vermöge des angesammelten Harnes, scheinen wir einigen willkürlichen Einfluss auf ihre Zusammenziehung zu erhalten. — Erection und Harnlassen schliessen sich aus. Bei der Lähmung des untern Theiles des Rückenmarkes entsteht Incontinentia urinae.

Der

speciellen Physiologie

Drittes Buch.

Physik der Nerven.

I. Abschnitt. Von den Eigenschaften der Nerven im Allgemeinen.
I. Vom Bau der Nerven.
II. Von der Reizbarkeit der Nerven.
III. Von dem wirksamen Princip der Nerven.

II. Abschnitt. Von den Empfindungsnerven, Bewegungsnerven und organischen Nerven.
I. Von den sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven.
II. Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften der Gehirnnerven.
III. Von den Eigenschaften des Nervus sympathicus.

III. Abschnitt. Von der Mechanik des Nervenprincips.
I. Mechanik der motorischen Nerven.
II. Mechanik der sensiblen Nerven.
III. Von der Reflexion in den Bewegungen nach Empfindungen.
IV. Von den Gesetzen der Wirkung und Leitung in dem Nervus sympathicus.
V. Von den Sympathien.

IV. Abschnitt. Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven.
I. Von den Sinnesnerven,
II. Vom Nervus trigeminus.
III. Vom Nervus oculomotorius, trochlearis und abducens.
IV. Vom Nervus facialis.
V. Vom Nervus glossopharyngeus.
VI. Vom Nervus vagus.
VII. Vom Nervus accessorius.
VIII. Vom Nervus hypoglossus.

V. Abschnitt. Von den Centraltheilen des Nervensystems.
I. Von den Centraltheilen des Nervensystems im Allgemeinen.
II. Vom Rückenmark.
III. Vom Gehirn.

Der speciellen Physiologie

Drittes Buch.

Physik der Nerven.

I. Abschnitt. Von den Eigenschaften der Nerven im Allgemeinen.

I. Capitel. Vom Bau der Nerven.

A. Von den Hauptformen des Nervensystems.

In der Thierwelt zeigen sich hauptsächlich zwei Formen des Nervensystems, die der Wirbelthiere und die der Wirbellosen. Bei den ersteren ist das Gehirn undurchbohrt und läuft in das Rückenmark aus; bei den letzteren stellt das Gehirn immer einen Nervenring dar, durch welchen der Schlund durchgeht, und welcher über dem Schlunde zum Gehirne anschwillt, aber auch unter dem Schlunde eine Anschwellung zeigt, von welcher der übrige Theil des Nervensystems ausgeht, der entweder in einzelnen Nerven besteht, oder, wie bei den Ringelwürmern, Insecten, Crustaceen und Spinnen, einen am Bauche, unter dem Darm verlaufenden, von Stelle zu Stelle in Knoten anschwellenden Strang darstellt. Die Frage, in welcher Art das Nervensystem der Wirbellosen dem der Wirbelthiere zu vergleichen sey, hat schon lange die Anatomen und Physiologen beschäftigt. So haben Ackermann, Reil, Bichat in dem Gangliensystem der Wirbellosen eine Analogie mit dem Nervus sympathicus der Wirbelthiere erkennen wollen, und nach vielfachen hierüber geführten Verhandlungen hat abermals in der neuesten Zeit Desmoulins diese Analogie zwischen dem Nervus sympathicus der Wirbelthiere und dem Gangliensystem der Wirbellosen aufgestellt. Andrerseits haben Scarpa, Blumenbach, Cuvier, Gall, J. F.

Meckel, jene Analogie mit besseren Gründen verworfen, und die meisten dieser Anatomen haben das Bauchmark der Gliederthiere ohne Weiteres dem Rückenmark der Wirbelthiere gleichgestellt. Meckel und Ph. von Walther äusserten sich sofort bestimmter dahin, dass die Fortsetzung des Hirns in den Rumpf bei den Wirbellosen als Vereinigung des später getrennten Nervensystems, des Rückenmarkes und des Nervus sympathicus der Eingeweide zu betrachten sey, so dass das Nervensystem der Wirbellosen, seiner Bedeutung nach beide Functionen enthaltend, bei den Mollusken sich mehr zu dem Typus des sympathischen Nerven, bei den Gliederthieren mehr zu dem Typus des Rükkenmarkes hinneige.

Treviranus und F. H. Weber endlich glaubten die Knoten der Ganglienkette der Gliederthiere nur als Knoten der Rückenmarksnerven anerkennen zu müssen, so dass diese verbunden und verwachsen seyen, die verbindenden Stränge aber lediglich als die ersten Rudimente des Rückenmarks der Wirbelthiere erscheinen.

Serres Ansicht ist eine Modification der letztern. Nach ihm fehlt die Cerebrospinalaxe bei den Wirbellosen. Das centrale Nervensystem der letztern gleicht den Ganglien des Nervus trigeminus und den Intervertebralganglien der Spinalnerven und ihren Verbindungsschlingen.

Diese Streitfrage wird nun entschieden dadurch, dass bei den meisten Gliederthieren, namentlich bei allen Insecten, ausser dem Bauchmarke oder der Ganglienkette der Bauchseite, ein zweites Nervensystem, welches lediglich den Eingeweiden bestimmt ist, vorkommt, und dass dieses Nervensystem, ebenfalls aus einer Reihe von feinen und kleineren Ganglien bestehend, auf dem Darmkanal und besonders auf dem Magen seine grösste Entwikkelung durch feine Geflechte erreicht, mit dem Gehirn aber durch Wurzeln zusammenhängt.

Schon Meckel und Treviranus hatten gelegentlich auf eine Analogie zwischen dem von Lyonet und Swammerdam beschriebenen, auf der Speiseröhre verlaufenden, unpaarigen Nervus recurrens und dem Nervus sympathicus hingewiesen. Doch ist dieser von Lyonet beschriebene Nerve nur die einfachste und unausgebildetste Form eines eigenthümlichen Nervensystems, dessen entwickelte Formen ich bei verschiedenen Ordnungen der Insecten untersucht habe. *Nov. act. nat. cur. T. XIV.* In seinen ausgebildeten Formen entspringt dieses Nervensystem mit feinen Wurzeln vom Gehirn, und verläuft, auf den Rücken der Speiseröhre sich begebend, zwischen dieser und dem Herzen zum Magen, wo es ein besonderes Geflecht bildet, das von einem ziemlich starken Ganglion entspringt. Bei diesen entwickelten Formen ist der Magen- oder Centraltheil dieses Nervensystems immer stärker als sein oberer Theil, der von kleineren Anschwellungen aus mit dem Gehirn zusammenhängt. Uebrigens zeigt der über dem Darmkanal verlaufende Stamm manche Verschiedenheiten, er verläuft bald einfach und unpaarig zum Magen, wo er sein Knötchen und Geflecht bildet, wie bei Dyticus u. a.; bald sind zwei Stämmchen vorhanden, wie z. B. bei Gryllotalpa. Diese

beiden Nerven schwellen hier an dem Muskelmagen zu Knötchen an. Durch Brandt's Untersuchungen ist die Kenntniss der Eingeweidenerven der Insecten, Crustaceen, Mollusken und Ringelwürmer sehr erweitert worden. Derselbe hat gezeigt, dass es zwei Systeme von Eingeweidenerven bei den Insecten giebt, wovon das eine paarig, das andere unpaarig ist. Beide stehen mit dem Hirn in Verbindung. Das paarige bildet Knötchen auf der Speiseröhre, zuweilen auch jederseits auf dem Magen, das unpaarige ist oft wenig entwickelt, wenn es das paarige ist, und umgekehrt. Ist das unpaarige stark entwickelt, so bildet es einen unpaaren Knoten auf dem Magen. *Mém. de l'acad. de Petersb.* 3. *Ann. de sc. nat.* 5. 81.

Spuren des Nervensystems finden sich nach Ehrenberg's Entdeckungen schon bei den Infusorien, wenigstens den Räderthieren. Vergl. oben p. 41. Unter den bekannteren Formen des Nervensystems der niederen Thiere kann man folgende Typen unterscheiden.

I. Typus der Radiarien.

Strahlig peripherische Gliederung, gleiche Theile in der Peripherie eines Centrums.

Die Urform des Nervensystems ist der Ring, dasjenige, was wir bei den wirbellosen Thieren den Schlundring nennen. In seiner einfachsten Form erscheint er bei den Radiarien; er ist noch ohne Ganglien, ohne Fortsetzung zu einem Markstrange. Gemäss der strahligen Eintheilung und Zusammensetzung des Thiers ist auch die Verbreitung seiner Nervenäste angeordnet. So wenig das Thier in einen gegliederten Leib sich fortsetzt, so wenig kann hier eine Fortsetzung des Schlundrings in einen Markstrang auftreten. Wiederholung derselben thierischen Theile in der Peripherie des Kreises ist hier die Urform des Thieres; unter diesen Bedingungen sind alle Nerven des Schlundrings gleich, keiner ist vorzugsweise Markstrang, kein Theil des Schlundrings vorzugsweise Hirn. Alle die strahligen Aeste eines Nervenkreises, wovon keiner die Priorität hat, sind zusammen dasjenige, was bei den höheren Thieren die Fortsetzung des Schlundrings in den Markstrang ist.

II. Typus der Eingeweidethiere, Mollusken.

Untergang der Gliederung in einen muskulösen Eingeweidesack.

In der Abtheilung der Weichthiere oder Eingeweidethiere erleidet diese Urbildung Veränderungen, welche nur den Veränderungen der gesammten Organisation entsprechen. Die Symmetrie des strahligen Typus hat aufgehört, und der Mangel der den übrigen Wirbellosen eigenthümlichen Gliederung ist einer ihrer wesentlichsten Charactere. Das Weichthier ist nur ein Convolut von Eingeweiden, so viel ihrer nöthig sind zum Bestehen einer thierischen Individualität, deren sensible Functionen meist auf ein unbeholfenes Tasten und Fühlen, und eine träge Ortsbewegung hinauslaufen.

Der Schlundring erscheint auch hier als Urform, seine glei-

chen, strahligen Nerven für gleiche, peripherische Theile hat er mit diesen abgelegt. Es giebt Sinnesnerven, Eingeweidenerven und Muskelnerven und da die Eingeweide ohne symmetrische Lage und Folge zusammengehalten sind, auch eine successive Reihe ortsbewegender Glieder fehlt, so bedarf es keines gegliederten Nervensystems.

Alle Ausbildung des Nervensystems erscheint hier in der Entwickelung des Schlundringes und seiner Nerven zu Ganglien, welche die Centra für die Ausstrahlung des Nervenmarkes werden. Die Stufen der Ausbildung sind in dieser Sphäre folgende:

1. Obere und untere Anschwellung des Schlundringes (Gasteropoden); seitliche Ganglien am Schlundring mit zerstreuten Anschwellungen der von diesen ausgehenden Nerven (Acephalen).

2. Der Schlundring als massive Hirnmasse, Cephalopoden.

III. Typus der Gliederthiere.

Succession ähnlicher oder gleicher Glieder, mit ähnlichem oder gleichem Inhalte. Längengliederung.

In der Abtheilung der Gliederthiere ist die Wiederholung gleicher oder ähnlicher Theile in der Längenrichtung der Grundcharacter. Das Thier besteht aus einer successiven Gliederung ähnlicher oder gleicher Ringe, welche ebenfalls ähnliche oder gleiche Theile des Gefässsystems, der Eingeweide enthalten. Die Eingeweide sind nicht mehr als ein Convolut durch einen muskulösen Sack verbunden, sie erstrecken sich vorzugsweise in einer Dimension, der Länge, der muskulöse Sack ist in eine grosse Menge einzelner Muskeln für die articulirten Theile zerfallen. Unter diesen Bedingungen müssen sich der Schlundring und seine Knoten wiederholen, als Bauchstrang und Markknoten des gegliederten Leibes. Es gehören hierher die Anneliden, Insecten, Spinnen, Crustaceen.

Bei allen Insecten, Spinnen, Crustaceen und Anneliden scheint übrigens das Gehirn ohne Ausnahme über dem Schlunde zu liegen. Bei den Insecten tritt ausserdem deutlicher schon das besondere Nervensystem der Eingeweide auf dem Rücken des Darmkanals auf, das auf dem Magen seine grösste Entwickelung erreicht, und mit dem Gehirne und Bauchmarke durch Wurzeln zusammenhängt.

In der Metamorphose der Larve zur Chrysalide und zum vollkommenen Insect schliessen sich mehrere Knoten zusammen, einzelne Knoten verschwinden, andere verschmelzen, nach den Bedürfnissen höher entwickelter Theile.

Bei einzelnen Insecten sind alle Knoten und Schlingen des Bauchmarkes zu einem soliden Markstrange vereinigt, von dem alle Nerven des gegliederten Leibes strahlig ausgehen, und der durch den noch offenen Schlundring mit dem Hirnganglion verbunden ist. So bei dem Nashornkäfer, selbst im Larvenzustande.

Hier sieht man die Strangbildung mit den Knoten in einen einfachen Strang übergehen und es scheint das Gehirn mit dem

Rückenmarke in der That morphologisch nicht so sehr von dem Nervensystem der Wirbellosen verschieden. Es bleibt nur jene den Wirbellosen eigenthümliche Bildung, dass der Schlundring der Speiseröhre zum Durchgang dient. Andrerseits sehen wir, dass bei niederen Wirbelthieren an den Ursprungsstellen beträchtlicher Nervenmassen aus dem Rückenmarke die Knotenbildung an diesem wieder erscheint, wovon die mehrfachen Ganglien am Halsmarke der Triglen ein Beispiel geben, wie denn auch die Anschwellungen am Ursprunge der Arm- und Schenkelnerven bei den Schildkröten, bei den Vögeln und Säugethieren hierher gehören.

Auch auf die Gleichstellung des Nervensystems der Mollusken mit dem sympathischen Nerven der Wirbelthiere können wir keinen Werth legen. Der Mangel der Ganglienkette bei diesen Thieren ist eine Folge der Abwesenheit des gegliederten Rumpfes. Die Vereinigung dieser Ganglien in eine Kette ist etwas Zufälliges, d. h. nicht im Nervensystem selbst wesentlich Gelegenes, nur von der Gliederung Abhängiges. So kann in der Classe der Gliederthiere, bei dem Untergange oder dem Zurücktreten der gegliederten Bildung, die Ganglienkette durch zerstreute Ganglien der Hirnnerven, in der Art wie bei den Mollusken, ersetzt werden, wie diess bei den Phalangien der Fall ist. Die Ganglien der Mollusken sind daher zum Theil Ganglien der Eingeweidenerven, den Bildungsprocessen bestimmt, andern Theils sind die Hirnnerven und ihre Ganglien, welche in den Bewegungsorganen, wie im Mantel (Sepien), sich verbreiten und der willkürlichen Bestimmung fähig sind, durchaus dasselbe, was bei den Gliederthieren die Muskelnerven der Ganglienkette, und ganz von aller Gleichstellung mit Eingeweidenerven auszuschliessen.

b. Von dem feinern Bau der Nerven.

Primitivfasern der Nerven. Die Nerven bestehen aus kleineren und grösseren, parallel neben einander liegenden Bündeln, welche ein häutiges Neurilem besitzen, in der Länge eines Stranges zuweilen von Stelle zu Stelle zusammenhängen, während die im Innern dieser Bündel liegenden Primitivfasern der Nerven nur parallel aneinanderliegen und sich nicht mit einander verbinden, sondern selbst da, wo die Bündel zu anastomosiren scheinen, nur aus einem Bündel in das andere übergehen, um sich anderen Fasern anzulegen. Die Primitivfasern der Nerven sind sich bei verschiedenen Thieren sehr ähnlich an Form und Stärke; bei keinem Thiere bestehen sie aus aggregirten Kügelchen, sondern immer stellen sie einfache Fäden dar. Nach Krause betragen die Primitivfasern der Nerven des Menschen $\frac{1}{400}$ — $\frac{1}{200}$ Par. Lin., nach R. Wagner $\frac{1}{300}$, die des Frosches nach Demselben $\frac{1}{200}$. Indess der Durchmesser dieser Fasern ist ausserordentlich verschieden und oft sind sie sehr viel feiner, besonders im Sympathicus. Die Capillargefässe verbreiten sich nicht mehr auf den Primitivfasern der Nerven, sie gehen mit ihren Netzen nur zwischen diesen Elementarfäden hin.

Fontana scheint der Erste gewesen zu seyn, welcher eine ganz richtige Vorstellung von dem feinern Bau dieser Primitivfasern hatte. Fontana *über das Viperngift. Berlin* 1787. 369. Er unterschied an den Primitivfasern eine äussere Röhre und einen festen Inhalt der Röhre, die Röhre ist bei starken Vergrösserungen runzelig, der darin liegende Faden ist glatt, homogen. Es gelang ihm, an einzelnen Cylindern die Röhre von dem festen Inhalte abzusondern.

Mit diesen Beobachtungen von Fontana stimmen die neueren von Remak ganz überein, welcher selbst zuerst auf diese Stelle von Fontana aufmerksam macht. Er sah den Inhalt der Nervenröhren als einen wenig schmälern ganz soliden Faden, der sich von der leicht runzelnden Röhre in grossen Strecken durch Druck isoliren lässt. Es ist ihm nicht gelungen, eine feine faserige Structur an diesem Faden zu erkennen, gleichwohl zersplittert er zuweilen. Mueller's *Archiv* 1837. *p. IV.* Remak *de syst. nerv. structura. Berol.* 1838. Schwann und Purkinje unterschieden noch das den centralen Faden umgebende Mark von der äussern zarten Haut des Nervencylinders, in welchem also Mark und Centralfaden eingeschlossen sind. Das Mark ist fettiger Beschaffenheit und der Centralfaden ist daher von einem (für Electricität) isolirenden Körper umgeben. Ich ziehe das Mark durch Kochen der Nerven in Weingeist aus, worauf der Centralfaden durch die durchsichtige Haut des Cylinders sichtbar wird.

Einige glauben, dass der Centralfaden nur der festere Theil des Markes sey und dass er im frischen Zustand nicht vorhanden, erst durch Gerinnung entstehe. Aus dem Vorhergehenden und aus der Untersuchung der frischen Nerven selbst ergiebt sich, dass hieran nicht zu denken ist.

Hirnfasern. Fontana hatte zwar Röhren im Gehirn erkannt, die mit einer gallertartigen Feuchtigkeit gefüllt seyen, l. c. p. 373., aber seine Vorstellung von darmähnlichen Windungen dieser Canäle ist ganz unrichtig. Auf diese Biegungen hat er zu viel Gewicht gelegt; denn die Primitivfasern des Gehirns und Rückenmarks oder die primitiven Röhren desselben laufen mehrentheils ziemlich gerade und die Biegungen entstehen künstlich durch die Vorbereitung zur Untersuchung.

Dagegen hat Ehrenberg das Verdienst, den röhrigen Bau der Hirnfasern und ihre Anordnung im Gehirn und Rückenmark sehr genau beschrieben zu haben. Die röhrigen Fasern verlaufen meist gerade und anastomosiren nicht. Nur sehr selten sah man Theilungen (wie zuweilen im Rückenmark). Doch mag es auch im Gehirn öfter vorkommen, da sich die Masse des Stammtheils der Fasern von der Medulla oblongata bis zum Stabkranz offenbar vermehrt. Ueber den Inhalt der zarthäutigen Röhren war man bisher noch nicht ganz im Klaren. Sein Ansehen erscheint mehr gallertartig als fest, Einigen erschien er sogar von öliger Consistenz. Nach Remak ist der Inhalt dieser Röhren, wie in den Nerven ein Faden, aber wie die Röhre selbst von sehr viel zarterer Beschaffenheit als in den

Nerven. Die primitiven Fasern oder Röhren des Gehirns und Rückenmarks und diejenigen des Sehnerven, Riechnerven und Geruchsnerven haben eine Eigenthümlichkeit vor den Primitivfasern anderer Nerven voraus, welche von Ehrenberg entdeckt wurde. Poggend. *Ann. XXVIII. Heft* 3. *Abhandl. d. K. Akademie d. Wissensch. zu Berlin a. d. J.* 1834. *Berlin* 1836. *p.* 605. Sie erscheinen nämlich bei der leichtesten Compression stellenweise angeschwollen und die Zwischenstellen verdünnt, daher perlschnurartig. Fasern oder Röhren von dieser Beschaffenheit nennt man varicös. Ehrenberg sah solche varicöse Fasern nur im Gehirn und Rückenmark, in den höheren Sinnesnerven und zum Theil im Nervus sympathicus; die stärkeren cylindrischen Fasern, an welchen auch die Wand der Röhre deutlicher ist, sah Ehrenberg in den übrigen Nerven; der Nervus sympathicus zeigte varicöse und cylindrische Fasern zugleich.

Es schien Anfangs, dass sich nach dieser Verschiedenheit die Nerven würden eintheilen lassen. Allerdings zeigt die Neigung der Röhren, Varicositäten zu bilden, etwas Eigenthümliches an. Aber sie hängt, wie es scheint, bloss von der grössern Zartheit der Wände der Röhren ab. Auch sind die Primitivfasern im Gehirn, Rückenmark und den höheren Sinnesnerven, ohne Druck untersucht, gleichförmig und ohne Varicositäten und die Fasern der übrigen Nerven zeigen hinwieder zuweilen beim Druck Varicositäten. Treviranus fand im frischen Zustande überall, im Gehirn wie in den Nerven, meist gerade, nicht angeschwollene Fasern. *Beiträge zur Aufklärung des organischen Lebens. Bremen II.* Volkmann sah die varicösen Fasern in den Sinnesnerven nicht constant. *Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz.* 1836. Auch Beobachtungen von Lauth und Remak (Muell. *Arch.* 1836. 145.) liessen erkennen, dass eine Ordnung der Nerven nach der varicösen oder cylindrischen Beschaffenheit der Fasern nicht wohl möglich sey, indem einzelne varicöse Fasern bald häufiger, bald seltener in den verschiedensten Nerven wahrgenommen wurden. Eine und dieselbe Faser zeigte zuweilen stellenweise das varicöse Ansehen und die Nervenfasern junger Thiere sind im Allgemeinen mehr zu dieser Erscheinung geneigt. Zufolge der Beobachtungen von Treviranus, Valentin, Weber sind die Fasern des Gehirns, Rückenmarks, der Sinnesnerven und aller Nerven im ganz frischen Zustande ganz gleichförmig und ohne Anschwellungen, aber man erzeugt sie durch Druck. So leicht man varicöse Fasern im Gehirn und Rückenmark sieht, so ist es mir doch auch oft gelungen, Lamellen mit so geringer Quetschung abzuschneiden, dass die Fasern noch ganz gleichförmig und nicht varicös waren und so sah ich sie auch gleich Anderen im Sehnerven und in der Nervenhaut. Mir schien die Quetschung gerade dann am grössten und nachtheiligsten zu seyn, wenn man zu feine Blättchen von der weichen Substanz des Gehirns abzuschneiden sucht. In der Valvula cerebelli hat man die schöne Gelegenheit, ohne Schnitt in einer natürlichen dünnen Platte von Gehirnsubstanz die Fasern zu untersuchen. So untersuchte sie Weber. Indessen bleibt es ein characteristisches Merkmal der Hirnfasern und Fa-

sern der Sinnesnerven, dass sie so leicht diese Form annehmen. Denn diese Eigenschaft theilen sie mit keinem andern Gewebe und sie kann bei ihrer Definition nicht ausser Acht gelassen werden. Wovon diese Eigenschaft abhange, ist noch nicht ganz klar.

Das sehr dehnbare und elastische Rückenmark von Petromyzon fand ich in der Structur sehr abweichend. Es lässt sich leicht in Fäden reissen. Es besteht grossentheils aus bandartig ganz platten dünnen Fäden, deren Breite der Breite der Primitivfasern der Nerven des Ochsen gleicht.

Im Bauchstrange des Flusskrebses enthalten die Nervenröhren nach Remak (mueller's *Arch.* 1843. 197.) einen aus äusserst feinen Fasern zusammengesetzten Faden.

Weisse und graue Bündel in den Nerven. Es ist bekannt, dass die Bündel der Nervenfasern in einigen Theilen des Nervus sympathicus ein graues Ansehen haben, während diejenigen der Cerebrospinalnerven weiss sind. Aber auch die Cerebrospinalnerven enthalten einzelne graue Bündelchen unter den übrigen weissen Bündelchen, wie man am Nervus Trigeminus der grossen Thiere, z. B. des Ochsen und des Pferdes sehr gut sieht. Diese grauen Bündelchen kommen vom N. sympathicus her und gehen in peripherischer Richtung auf den Cerebrospinalnerven fort, wie auf dem zweiten Ast des Trigeminus vom Nervus vidianus her, auf dem dritten Ast des Trigeminus vom Ganglion oticum her. Man kann es eben so leicht an den Sacralnerven sehen, welche vom Sympathicus ein feines Bündelchen erhalten. Diese Zusammensetzung, welche bereits in den vorigen Auflagen dieses Werks aus den Beobachtungen von Retzius und mir für die Cerebrospinalnerven p. 651. erwiesen war, wurde ebendaselbst auch für den Nervus sympathicus wahrscheinlich gemacht, welcher mit beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven zusammenhängt und von dort motorische und sensorielle Fasern empfängt, während die Ganglienbildung und das überwiegend graue Ansehen diesem Nerven eigenthümlich ist. Doch ist der Sympathicus an verschiedenen Stellen je nach seiner Zusammensetzung hinwieder sehr verschieden. Der Grenzstrang des Sympathicus und die mehrsten von ihm abgegebenen Nerven sind noch weisslich, gegen die von den grossen Ganglien kommenden Fäden. Dagegen ist der carotische Theil des Sympathicus vorzugsweise grau, vorzüglich aus grauen Fäden besteht zum Beispiel der an den Nervus abducens sich anschliessende Theil des Sympathicus. Auch das vom Ganglion oticum auf den Nervus buccinatorius des Kalbes übergehende Bündel enthält graue Fäden; der Nervus tensoris tympani ist weisslich. Remak hat an vielen Stellen des Sympathicus weisse und graue Bündel neben einander beobachtet. Die graue Farbe der Bündel rührt von ihren Fasern selbst her, welche sich nach Remak's Beobachtungen durch ihre Structur von den weissen unterscheiden. Die weissen Fasern sind nicht allein viel stärker, bei ihnen ist auch immer der Gegensatz der Röhre und des Inhaltes deutlich, die grauen Fasern sind viel feiner, auffallend durchsichtig und man unterscheidet einen Gegensatz von Röhre und In-

halt nicht, vielmehr ist ihr Ansehen homogen. Ihre Oberfläche ist hier und da mit ganz kleinen zerstreuten Körnchen besetzt. Diese haben Aehnlichkeit mit den Körnchen, womit die Zweigelchen der feinsten Gefässe (z. B. im Gehirn) besetzt sind.

Verlauf und Mischung der Fasern in den Nerven. Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist die Kenntniss des Verlaufs der Primitivfasern in den Nerven; denn so unentbehrlich auch die genaue Kenntniss der Verzweigung der Nerven ist, so handelt es sich zuletzt in der Physik der Nerven nur um die Frage, wo die Primitivfasern, die in einem Bündel enthalten sind, entspringen, und wo sich ihre Enden befinden, und es ist wenigstens für viele Fragen der Physik der Nerven gleichgültig, in welches Bündel diese Fasern hineintreten oder wie bald sie daraus hervortreten, da sie, wie man bald sehen wird, von Anfang an darin selbstständig und isolirt sind.

Die erste und wichtigste Frage ist, ob, da die Nerven sich vielfach unter sich, und selbst die Bündel eines Nerven von Stelle zu Stelle zusammenhängen, dasselbe von den in diesen Fasern enthaltenen Primitivfasern gilt. Verbinden sich die Primitivfasern unter sich niemals, so steht das Hirnende einer Primitivfaser immer auch nur mit einem einzigen peripherischen Ende im Zusammenhang, und dem peripherischen Ende entspricht nur eine einzige Stelle im Gehirn und Rückenmark, und so viele Millionen Primitivfasern zu peripherischen Theilen hingehen, so viele peripherische Punkte des Körpers sind im Gehirn repräsentirt. Wenn aber die Primitivfasern theils in den Bündeln der Nerven, theils in den Anastomosen und Plexus zusammenhängen, und nicht bloss juxtaponirt sind, so repräsentirt das Hirnende einer Primitivfaser sehr viele peripherische Punkte, und zwar alle Punkte, deren Fasern unterwegs in einander fliessen. Da nun die Nerven überall sich scheinbar verbinden, so würde, wenn sich auch die Primitivfasern verbänden, fast so gut wie kein einziger Punkt des Körpers im Gehirn isolirt und einzeln repräsentirt werden, und die Reizung einer Primitivfaser in einem Punkte der Haut würde sich auf alle Verbindungen fortpflanzen müssen, d. h. es würde nicht die Empfindung eines Punktes im Gehirn entstehen können. Denn die Empfindung eines Punktes im Gehirn hängt offenbar davon ab, dass da, wo das Bewusstseyn statt findet, auch nur durch Eine Faser und an Einem Ort ein Eindruck geschieht. Man sieht leicht ein, dass, wenn die Anastomosen der Nerven für die Leitung des Nervenprincips dieselbe Bedeutung hätten, als die Anastomosen der Gefässe, gar keine örtliche Nervenwirkung vom Gehirn auf die peripherischen Theile, und von den peripherischen Theilen nach dem Gehirn stattfinden könnte. Die ganze Möglichkeit einer exacten Physik der Nerven hängt davon ab, ob die Primitivfasern der Nerven in den Anastomosen der Bündel oder Scheiden sich wirklich oder nicht verbinden. Schon Fontana und später Prevost und Dumas haben die Beobachtung gemacht, dass die Primitivfasern der Nerven sich in dem Bündel nicht mit einander verbinden, sondern nur neben einander fortgehen. Zu dieser Zeit hat man schwerlich

schon eine Ahnung von der Wichtigkeit dieser Beobachtung für die Physik der Nerven gehabt. In der neuern Zeit ist diese Thatsache auf das vielseitigste, und von allen Forschern, welche die Structur der Nerven untersucht, bestätigt worden. Ausführlich hat über diesen Gegenstand gehandelt Kronenberg, *Plexuum nervorum structura et virtutes. Berol.* 1836. Was man bei einer sorgfältigen Zergliederung der Nerven unter dem Mikroskop wahrnimmt, ergiebt sich auch aus dem Verhalten der Nerven im Grossen. Wenn sich die Primitivfasern bei solchen Vereinigungen verbänden, also verschmölzen und also an Zahl geringer würden, so müsste das Bündel, welches aus der Vereinigung zweier hervorgeht, halb so dünn seyn wie beide zusammen; es ist aber in diesen Fällen immer grade so dick wie beide Bündel zusammen. Bilden Nerven einen Plexus, so geht aus dem Plexus, trotz aller Kreuzung der Fasern, doch wieder so viel Nervenmasse hervor, als hereingetreten ist. Eben so verhält es sich bei der Verzweigung der Nerven. Ein Nerve, der einen Zweig abgiebt, wird gerade so viel nach der Abgabe des Zweiges dünner, als Nervenfasern von dem Stamm in den Zweig abgewichen sind; und man kann mit Hülfe der feineren Zergliederung leicht sehen, dass bei der Abgabe eines Zweiges nicht etwa jede Faser selbst sich in 2 Theile theile, wovon der eine in dem Nerven bleibt, der andere in den Zweig übergeht, sondern dass durch die Verzweigung nur die Vertheilung der im Stamm schon vorhandenen Nervenfasern abgeändert wird: deswegen können auch in einem Stamm gar verschiedene Fasern zusammenliegen, empfindliche und motorische, und oft liegen Nervenäste in dem ganzen Stamm schon vorgebildet da, welche mit den übrigen Theilen des Stamms weder eine Verbindung eingehen, noch Aehnlichkeit der Eigenschaften damit besitzen. So z. B. betrachtet man den N. mylohyoideus, einen Muskelnerven, nur ganz roh als einen Ast des N. alveolaris inferior, eines Gefühlsnerven, denn diese beiden Nerven haben gar nichts mit einander gemein, als dass sie beisammen liegen; und so ist es sehr oft. Man sieht hieraus auch ein, dass Identität der Eigenschaften der Bündel in der Natur eines Nervenstammes gar nicht liegt, sondern dass er eher, namentlich in einiger Entfernung von seinem Ursprung vom Gehirn, eine sehr mannichfaltige Juxtaposition von ganz verschiedenen Bündeln seyn kann, je nachdem sich verschiedene Bündel, die zugleich einem Gliede bestimmt sind, an ihn gelegentlich anschliessen.

Mit der eben hier erörterten Ansicht von dem Verlauf der Primitivfasern vom Gehirn bis zu den peripherischen Theilen steht eine Vorstellung im Widerspruch, dass nämlich die Nerven bei ihrem Verlauf an Masse zunehmen sollen; diess ist aber ein Missverständniss, welches von Soemmering herrührt. Allerdings ist ein Nerve dünner, so lange er noch innerhalb der Dura mater liegt, so lange er noch kein Neurilem besitzt. Nachher bleibt er sich gleich, so lange er keine Aeste abgiebt. Die Aeste zusammengenommen sind jedesmal gleich dem Stamm; wenn sich etwa ein kleiner Unterschied zeigt, so kommt er davon her, dass

an den Zweigen zusammen mehr Neurilem vorhanden ist, als an dem Stamme.

Was eben von den Nerven bei ihrer Verzweigung bemerkt ist, gilt auch von dem Plexus zweier verschiedener Nerven. Von diesen Principien betrachtet, muss man sich also die Primitivfasern aller Cerebro-Spinalnerven vom Ursprung bis zum Ende isolirt denken, und als Strahlen von der Achse des Nervensystems ansehen. Genau genommen gehen auch diese Strahlen beinahe in einer Linie jederseits vom Rückenmark aus, nur von Stelle zu Stelle wird bloss eine Summe dieser, in einer fast zusammenhängenden Linie entspringenden Fasern in ein Bündel zusammengefasst, wie es nämlich für die Vertheilung derselben an ihre peripherischen Stellen am bequemsten ist.

Endigung der Nerven. Die Nervenfasern endigen in gewissen Theilen einzeln und isolirt.

Diese Art der Endigung ist eine sichere Thatsache in den Augen der Insecten und Crustaceen; jede Nervenfaser geht hier zu einem ihr entsprechenden Krystallkegel und wird mit der Spitze desselben verbunden, während sich die Membran der röhrigen Primitivfaser über die Seiten des Krystallkegels fortsetzt, die Krystallkegel aber durch Pigment getrennt sind.

Die Augen der Sepien gleichen zwar im Allgemeinen in ihrem Bau den Augen der höheren Thiere, aber ihre Retina besitzt einen ganz abweichenden Bau. Sie ist mosaikartig aus Nervencylindern zusammengesetzt, welche ihre Enden dem Glaskörper zukehren und durch Pigmentfäden an den Seiten isolirt sind. Dieser Bau setzt voraus, dass von dem grossen Bulbus nervi optici so viele Nervenfasern entspringen, als in der Retina mosaikartig juxtaponirt sind. Die Beobachtungen von W. Jones über den Bau der Retina der Cephalopoden habe ich bei Untersuchung frischer Augen bestätigen können. Vergl. Krohn *Nov. act. nat. cur. XIX.* 2. 41. Bei den Wirbelthieren enthält der Sehnerve bei weitem nicht so viele Fasern, um die Retina mosaikartig so zusammensetzen zu können, wie Treviranus angenommen, und alle neueren Beobachter stimmen überein, dass die Fasern des Sehnerven sich in der Ebene der Retina ausbreiten, ohne ihre Enden dem Lichte zuzukehren, welches vielmehr ihre Seiten trifft.

Die senkrecht auf die Retina stehenden stabförmigen Körperchen, welche Treviranus zuerst beobachtet, aber für die Enden der Nervenfasern genommen, bilden nach Bidder's Beobachtungen vielmehr die äussere Schichte der Retina. Ueber die Structur der Retina siehe Hannover in Muell. *Arch.* 1840. 320. und dessen *Mikroskopiske undersögelser af Nerve-systemet. Kjöbenhavn* 1842.

In den pacinischen Körperchen endigen die Nervenfasern nach Henle und Kölliker auch frei, aber sie sind nicht selten getheilt. Diese von Pacini entdeckten Körperchen von $\frac{1}{3}$ bis 1''' Länge und eiförmiger Gestalt kommen an den Nerven in der Hand- und Fusssohle des Menschen und der Säugethiere, auch noch an einigen anderen Hautnerven, dann auch an den Geflechten im Mesenterium (Katze) vor, sie hängen durch Stiele

an den Nerven an. Sie bestehen aus einer Anzahl concentrischer Häutchen. die durch Flüssigkeit getrennt sind. Nach Pacini, Henle und Kölliker tritt in ein solches Körperchen jedesmal eine Nervenfaser. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen fehlen die Körperchen. Pacini *nuovi organi, scoperti nel corpo umano. Pistoja* 1840. Henle und Kölliker *über die pacinischen Körperchen. Zürich* 1844.

In einigen Theilen hat man Endumbiegungsschlingen von je zwei Nervenfasern in einander gesehen. Solche wurden schon von Prevost und Dumas in den Muskeln wahrgenommen. Es war zweifelhaft, ob sie die Primitivfasern selbst beobachtet hatten. Aber Valentin und Emmert haben diese Schlingen an den Primitivfasern selbst gesehen. Valentin *Nov. act. nat. cur. XVIII. p.* 1. 51. Emmert *über die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln. Bern* 1836. 4. Dasselbe Verhalten ist von Valentin auch in der Iris und im Ciliarbande, in der Flasche der Schnecke der Vögel, in den Gehörblättern oder Runzeln der Vogelschnecke, in den Ampullen, im Zahnsäckchen, in der Haut des Frosches beobachtet worden. Breschet sah dies Verhalten in der Schnecke und in den Ampullen. Die schlingenförmigen Umbiegungen zweier Fasern in einander sah auch Burdach der jüngere in der Haut des Frosches und er sah die Schlingen auch zwischen den Fasern verschiedener Zweige gebildet. *Beitrag zur mikroskop. Anatomie der Nerven. Königsb.* 1837. Hannover sah die schlingenförmige Endigung in den Muskeln, im Gehörorgan. Nervenschlingen auf dem Gehörsack des Hechtes, R. Wagner *icon. physiol. Tab. XXI. Fig. VII.*

In dem Gehörorgan sind die Schlingen zwischen zwei Fasern unzweifelhaft, ob sie in den Muskeln wirklich sind, ist weniger sicher. Bei einer Reihe von Beobachtungen, welche Bruecke und ich an den Augenmuskeln des Hechtes anstellten, sahen wir hier sehr oft wirkliche Theilungen von Nervenröhren in zwei Röhren, und wir haben Beispiele gehabt, wo von einer und derselben Faser zwei und selbst drei auf einander folgende Theilungen übersehen werden konnten, so dass wir die peripherische Theilung der Röhren als characteristisch für die Muskeln ansehen.

Nach Savi (*etudes anat. sur le syst. nerv. et sur l'org. electrique de la torpille* 1844. *Tab. I. Fig.* 3.) theilen sich die Primitivfäden der Nerven auf den Plättchen der electrischen Organe der Zitterrochen nicht bloss, sondern bilden ein zusammenhängendes Netz.

Es frägt sich, ob aus den Nervenröhren nicht noch feinere, der Beobachtung bisher entgangene Elemente hervorgehen, seien es feinere Röhren oder die in den Nervenröhren enthaltenen Centralfäden. Die Nervenröhren sind dick zu nennen gegen die Muskelfasern und gegen die mehresten Gewebselemente und sind selbst schon zusammengesetzte Theile. Ich erwähne einiger dahin gehörender, jedoch unter sich nicht übereinstimmender und daher mit Vorsicht zu benutzender Wahrnehmungen.

Schwann sah im Mesenterium der Frösche aus den sogenannten Primitivfasern der Nerven sehr viel feinere Fasern hervorgehen, welche hie und da kleine Knötchen bildeten, von wel-

chen mehrere Aestchen abgingen. Bei weiteren Untersuchungen über die Endigung der Nerven im Schwanze der Krötenlarven zeigte sich ein ähnliches Verhalten. Die Nervenfasern, welche hier durch Spaltung von Fasern von der Dicke der gewöhnlichen Primitivfasern zum Vorschein kamen, waren ganz ausserordentlich fein und besassen nicht mehr die dunkle röhrige Hülle, welche die gewöhnlichen Primitivfasern umgiebt. Die kleinen Knötchen zeigten sich als ziemlich constante Erscheinung. Die feinern Fasern, welche aus den sogenannten Primitivfasern hervorgehen, gaben hier und da wieder noch feinere Fasern ab, die schon vorgebildet waren und es schien, dass die feinsten Fäserchen, welche theils von andern Fasern, theils von den mikroskopischen Knötchen nach mehreren Seiten abgegeben wurden, zuletzt ein zusammenhängendes Netzwerk bildeten.

Ich beschrieb auf der Spiralplatte der Vogelschnecke eine eigenthümliche Lage sehr feiner Fasern. Die Hauptmasse des Schneckennerven trifft hier auf den einen Rand des Schneckenknorpels und spreitzt sich hier sehr regelmässig an der Substanz des Knorpels aus. So weit dieses geschieht, kommen sehr viel feinere Fasern vom Knorpel her und setzen dicht und parallel neben einander durch den grössern Theil der Breite des höchst zarten Spiralblättchens. Hannover hat diese Fasern in gleicher Weise an dem häutigen Theil der Spiralplatte der Säugethiere und des Menschen beobachtet und abgebildet, auf dem knöchernen Theil der Spiralplatte aber Umbiegungsschlingen der Nervenröhren gesehen. *Mikroskopiske undersögelser af Nerve-systemet. Kjöbenhavn* 1842. Mit den Nervenröhren haben sie keine Aehnlichkeit. Eher liesse sich an die Ableitung von den Centralfäden der Nervenröhren denken, welche jedoch, so lange keine analogen Facta vorliegen, zweifelhaft ist. In der Membrana nictitans junger Vögel sah Hannover ausser den Bogen auch freie Enden der Nervenfäden, welche theils, ohne dünner zu werden, plötzlich spitz oder abgerundet aufhören, theils sich in noch feinere Fasern zerspalten und bemerkt, dass die Bogen an einer andern Stelle möglicherweise ihr Ende finden können, so dass er Theilung der Nervenfasern in feinere und freie Enden als Endigungsweise der Hautnerven ansieht.

Remak sah in der Scheide der Muskelbündel, nach künstlicher Entleerung der Scheiden von den Cylindern, noch ein Maschennetz von sehr zarten Fäden, welche er für Nervenröhrchen hielt. *Müll. Arch.* 1843. 189.

Die Endigung der Hirnfasern ist von Valentin untersucht worden. Die ins Rückenmark eintretenden Primitivfasern der Nerven endigen nicht im Rückenmark, sondern setzen sich nach dem Hirn hin fort. Die am Ende des Rückenmarkes eintretenden Fasern verlaufen nach vorn, die seitlich von den höheren Nerven kommenden Fasern dagegen gehen zuerst transversal nach innen bis zur grauen Substanz oder bis in deren Nähe, dann setzen sie sich ebenfalls in longitudineller Richtung gegen das Gehirn fort. In der rein weissen Substanz liegen diese Fasern nebeneinander, wo aber die graue und weisse Substanz einander berühren, nehmen sie die hernach zu erwähnenden Kugeln der

grauen Substanz zwischen sich und strahlen zuletzt in die Rindensubstanz. Hier bilden sie bogenförmige Umbiegungen einer Faser in eine andere. Man sieht diese am deutlichsten, wo die weisse und grauröthliche Substanz sich mit einander verbinden oder in der gelben Substanz an der Peripherie der Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns.

Die centralen Ursprünge der Nerven sind noch nicht sicher gekannt. Die Untersuchung ist ausserordentlich schwer und die vorhandenen Beobachtungen lassen sich noch nicht einigen. E. H. Weber untersuchte den Ursprung des N. trochlearis an der durchsichtigen Valvula cerebelli und fand, dass sich seine Fasern bis zur Mittellinie verfolgen lassen, wo sie auf diejenigen der andern Seite treffen.

Stilling und Wallach beobachteten keine Fortsetzung der Nervenwurzeln in die Längsfasern des Rückenmarks, vielmehr durchsetzen ihre Fasern die aus Längsfasern bestehende weisse Substanz des Rückenmarks, bis in die graue Substanz, ohne sich auch hier in die Längsfasern der grauen Substanz fortzusetzen, sie hängen vielmehr mit queren Faserzügen der grauen Substanz zusammen und die Fasern der Bündelchen bilden Geflechte darin, auch setzen sich quere Faserzüge der grauen Substanz durch die Commissur des Rückenmarks vor und hinter dem Canalis spinalis fort. Die Fasern des Hypoglossus konnte Stilling bis in die um den Canalis spinalis gelagerte graue Substanz, die Fasern des Glossopharyngeus und Vagus bis in die graue Substanz auf dem Boden des vierten Ventrikels verfolgen. Stilling und Wallach *Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes. Leipzig* 1842. Stilling *über die Textur und Function der medulla oblongata. Erlangen* 1843. Diese Beobachtungen sind bei geringer Vergrösserung angestellt, ohne Anwendung des Compositums. Die queren Faserlagen des Rückenmarks und seiner Commissur sind schon von Hannover beschrieben, welcher sie von den Wurzeln der Nerven unterscheidet, die durch Umbiegung unter stumpfen Winkel aus den Rückenmarksfasern sich entwickeln. Mueller's *Archiv.* 1840. p. 555.

Nach den Untersuchungen von Ed. Weber, zufolge mündlicher Mittheilung, hängen die Fasern der Rückenmarksnerven mit der Commissur des Rückenmarkes zusammen, daher diese dicker ist an den Stellen, wo dickere Nerven abgehen und das Rückenmark selbst anschwillt. Auch konnten die Wurzeln des Hypoglossus bis zur Mitte verfolgt werden, was sehr gut mit den Beobachtungen über den N. trochlearis stimmen würde.

Budje (Muell. *Arch.* 1844) konnte keinen Zusammenhang der Nervenwurzeln mit den Querfasern des Rückenmarks erkennen, vielmehr sah er die Fasern der Wurzeln früher oder später umbiegen, und der Längsrichtung des Rückenmarks nach aufwärts folgen.

Graue Substanz des Gehirns, Rückenmarks und der Ganglien. Im Innern der Ganglien der Wirbellosen (Blutegel, Wegschnecke) beobachtete Ehrenberg Keulenkörper. Im Innern der Ganglien des Blutegels bilden diese Keulen 8 Bündel, von denen je zwei

in die vier Schenkel des Ganglions durch lange cylindrische Röhren austreten. Diese Keulen enthalten in ihrem angeschwollenen Theile einen Kern, beim Blutegel ausser diesem noch mehrere kleine Kügelchen (nach der Abbildung). Aehnliche Körper hat Valentin in den Ganglien des Bauchstranges des Blutegels beschrieben. Er sah Kugeln, die, wie die Ganglienkugeln der höheren Thiere, einen Kern besitzen. In diesem Kern liegt an einer Stelle dicht an der Oberfläche ein röthliches grösseres und bisweilen mehrere kleinere Körperchen. Purkinje beobachtete ähnliche geschwänzte Körper in der gelben Masse zwischen Rinden- und Marksubstanz des kleinen Gehirns. Diese Körper haben einen hellen Kern und einen diesem entsprechenden kleinen Nucleus auf der Oberfläche. Sie stehen reihenweise nebeneinander, ihre abgerundeten Enden nach innen gegen die weisse Substanz, ihre schwanzförmigen Verlängerungen dagegen nach aussen gegen die Rindensubstanz hin richtend. Hierher gehören auch die keulenförmigen, einen Kern enthaltenden Körper, die ich in der Medulla oblongata des Petromyzon beobachtete. Ihr dickeres Ende war selten rundlich, meist zackig; es lief an den meisten in mehrere, bald 2, bald 3 oder 4 Zacken aus, deren Stellung zu einander und Form sehr variirte.

Die Elemente der Ganglien in den Nerven der höheren Thiere und des Menschen bestehen nach Valentin's Beobachtungen aus ziemlich grossen Kugeln, welche sich von den genannten Keulenkörpern nur durch ihre mehr rundliche Gestalt unterscheiden, sonst aber auch einen Kern und in der Circumferenz desselben einen zweiten kleineren Kern, oft auch Pigmentflecke auf ihrer Oberfläche enthalten. Ein oder mehrere Faserbündel, welche in das Ganglion eintreten, bilden innerhalb desselben Plexus durch Vertheilung der Fasern in anderer Ordnung und treten wieder aus, ausserdem umspinnen einzelne Primitivfasern oder Bündel von Fasern von allen Seiten die Ganglienkugeln in darmähnlichen Windungen. Die umspinnenden Fasern gehen von den Fasern des Stammes ab und kehren dahin zurück.

Im Gehirn und Rückenmark ist die graue Substanz nach Valentin ganz aus denselben Kugeln, wie die Ganglien der Wirbelthiere gebildet. Die feinkörnige Beschaffenheit entsteht erst durch die Zertrümmerung der weichen Kugeln. Der einzige Unterschied zwischen den Kugeln der grauen Substanz des Gehirns und den Ganglienkugeln ist, dass das sie umkleidende Zellgewebe viel zarter ist. Die weisse Substanz des Gehirns enthält keinerlei Kugeln oder Kügelchen. Diese entstehen nur durch die Zerstörung der Fasern. Von der Einlagerung der grauen Kugelmasse hängt es ab, in wie weit Theile des Gehirns von der Farbe der weissen oder faserigen Substanz abweichen; wo die Zahl der Primitivfasern überwiegt, wird die Masse mehr weisslich grau, wo diess weniger der Fall ist, grauröthlich; die dunklern Hirnfarben entstehen durch Pigmentdeposita auf den Kugeln.

Im Rückenmark giebt es zweierlei graue Substanzen, wie Rolando entdeckt hat. Die gewöhnlich so genannte graue Substanz im Rückenmark nennt Rolando: Substantia cinerea spongiosa

vascularis. An der hintern Seite der hintern Hörner dieser Substanz liegt eine Leiste ganz grauer Substanz, Substantia cinerea gelatinosa von Rolando. *Saggio sopra la vera struttura del cervello. Edit.* 2. *T.* 2. *Torino* 1828. *Tab.* 3. *Fig.* 2. 3. *sq.* Die erstere enthält nach Remak die grossen oben beschriebenen Ganglienkugeln und viele Fasern, die letztere dagegen enthält Körperchen, welche den Blutkörperchen des Frosches ähnlich sind. Dieselbe Structur hat die Fortsetzung der Substantia cinerea gelatinosa in der Medulla oblongata, wo sie zu Tage kommt. Auch an einigen Stellen des grossen Gehirns beobachtete Remak diese Structur.

Eine wichtige Frage ist, ob die grossen Kugeln der grauen Substanz im Gehirn und in den Ganglien ohne weitere Verbindungen sind.

Die Vorstellung von einem blossen Einlagern der Ganglienkugeln zwischen die Nervenfäden als Belegungsmassen ist für die Nervenphysik unbefriedigend. Der Verstand postulirt einen tiefern Zusammenhang.

Die Verlängerungen der keulenförmigen und zackigen Nervenkörper im Gehirn der Wirbelthiere und in den Centralganglien der Wirbellosen deuten darauf hin. Solche Verlängerungen kommen auch in den Ganglien der Wirbelthiere an ihren Ganglienkugeln vor, wo sie Remak längst beschrieben. *Observ. anat. microsc. de system. nerv. struct, Berol.* 1838. Hier sah er keinen Zusammenhang derselben mit den weissen röhrigen Nervenfasern, wohl aber mit den grauen mit Kernen äusserlich besetzten Fasern der gangliösen Nerven, von denen schon oben bei der Beschreibung der Nervenfäden die Rede war. Nach Valentin (Mueller's *Archiv.* 1839. 154.) entspringen die grauen Fasern aus den Scheiden der Ganglienkugeln. Diese Scheiden bestehen nach ihm aus denselben Fasern mit aufsitzenden Nucleis, und sie sind es, welche sich in die grauen Bündel der Nerven verlängern. Auch hielt er diese Fasern nicht für nervös, sondern für Zellgewebe, welchem Purkinje und Rosenthal widersprechen. Rosenthal, *de formatione granulosa in nervis aliisque partibus organ. animal. Vratisl.* 1839.

Hannover hat die Beobachtungen von Remak über den Zusammenhang der Verlängerungen der Ganglienkugeln mit den grauen Fasern, wie zugleich diejenigen von Valentin über die Scheiden der Ganglienkugeln bestätigt, indem die von den Ganglienkugeln selbst abgehenden Fäden die Ganglienkugeln umspinnen. *Mikroskopiske Undersögelser. p.* 44.

Nach Hannover's Untersuchungen giebt es in den Centraltheilen zweierlei Hirnzellen oder Ganglienkörperchen, die einen ohne Verlängerung, die anderen in Fasern verlängert, deren meist zwei sind. Diese Verlängerungen verhalten sich ganz wie Hirnfasern und sind auch der Varicosität unterworfen, es sind die eigentlichen Ursprünge der Hirnnervenfasern. Mueller's *Archiv.* 1840. 555.

Die Ganglienkugeln der Ganglien der Wirbelthiere unterscheiden sich nach Hannover's Untersuchungen in einigen Punk-

ten von den Hirnzellen. Die Zellenmembran der ersteren ist mit kleinen eckigen Täfelchen belegt. Diese sind nicht mit den Kernen der grauen Fäden zu verwechseln, welche Kerne auch in geringer Menge die Ganglienkugeln bedecken. Auswendig an der Zellenmembran sitzt oft Pigment. Mueller's *Archiv.* 1840. 556. *Mikroskop. Undersögelser.* 42. Die grauen Fasern konnte er in den hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven auch in centraler Richtung verfolgen, was bei den vorderen Wurzeln nicht gelang.

Einige neuere Beobachtungen von Helmholtz, Remak u. Will sprechen dem Uebergang der Ganglienkörperchen in Nervenfäden auch das Wort. Helmholtz *de fabrica syst. nerv. evertebratorum. Berol.* 1842. Remak in Muell. *Arch.* 1843. 200. Will ebend. 1844. 76. Der erstere sah bei Gasteropoden und Blutegeln die Nervenfäden an den Ganglienkugeln theilweise vorbeigehen, theilweise aber Nervenfäden aus den Ganglienkörperchen entspringen, so dass die Schwänze der letztern weithin in den Nerven zu verfolgen und von den andern Nervenfäden nicht zu unterscheiden waren.

Zu demselben Resultat ist Remak bei seinen neuern Untersuchungen über die Ganglien des Bauchstranges des Flusskrebses gelangt. Der Rand der Ganglienkugel ging unmittelbar in den der Röhre über und der feinkörnige den hellen Nucleus umgebende Inhalt setzte sich continuirlich in den körnigen Inhalt der Röhre fort. Andere kernhaltige Kugeln zeigten keine Fortsätze.

Will unterscheidet bei den wirbellosen Thieren in den Ganglien zweierlei Nervenkörper. Bei der einen Art ist der Zwischenraum zwischen der Hülle und der innern Zelle durch eine im frischen Zustand glashelle Masse ausgefüllt, welche durch Betupfen mit Wasser, Säuren, Lösung von Kali chromicum gerinnt und körnig erscheint. Diese Nervenkörper haben immer nur einen Anhang, welcher eine einfache Röhre darstellt und sich, so weit man ihn verfolgen kann, nie in Zweige spaltet. Bei der andern Art liegen in der glashellen Masse viele kleine runde Zellen, in denen kein Kern erkennbar ist, dicht an der äussern Hülle. An dieser Art von Nervenkörperchen fand Will sehr häufig mehrere Anhänge, letztere sind in der Länge gestreift, denen der andern Art völlig ungleich. Diese Anhänge bestehen aus feinen Fasern. Der Anhang zerspaltet sich bald nahe an seinem Ursprung, bald erst in einiger Entfernung in Aeste, die wieder feinere Zweige abgeben und nicht selten in einzelne Fasern zerfallen. Die grösseren Zweige haben hier und da Varicositäten, und die kleineren, besonders wenn sie nur aus einer Faser bestehen, laufen in ganz kleinen ganglienartigen Anschwellungen zusammen, aus denen wieder Fasern nach allen Richtungen hervorgehen. Diese Anschwellungen haben in der Mitte eine kernartige dunkle Stelle. Die Nervenkörperchen der zweiten Art endigen nicht in Nervenröhren, aber den röhrigen Anhang der Nervenkörperchen der ersten Art konnte Will nicht bloss in die Fascikel der Nervenröhren verfolgen, sondern er überzeugte sich, dass er ohne Unterbrechung in eine Nervenröhre sich fortsetzte. Die beiden Arten der Ganglienkugeln fand Will durch die ganze Reihe der wirbellosen Thiere wieder.

Die Fortsätze der einen Art erinnern an die Remak'schen Beobachtungen über den Zusammenhang der Ganglienkugeln mit seinen grauen, mit Kernen besetzten Fasern, und der Bau der Ganglienkugel an die von Hannover erwähnten Täfelchen, womit die Ganglienkugel besetzt ist. Ob nun die Ganglienkugeln der Ganglien der Wirbelthiere nicht bloss in graue Fasern, sondern auch in röhrige sich fortsetzen, ist noch zu beobachten.

Der Nervus sympathicus, welcher mit beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven zusammenhängt (p. 158.), besitzt röhrige eigentliche Nervenfasern und zugleich Bündel grauer Fasern.

Die im Nervus sympathicus enthaltenen röhrigen Nervenfasern sind feiner als in den Cerebrospinalnerven. Diese Thatsache ist mehrseitig beobachtet und wir haben sie selbst auch in der vorigen Auflage dieses Werkes p. 673. ausgesprochen. Bidder und Volkmann haben sowohl hierüber als über ihr Verhältniss zu den anderen Nerven zahlreiche vergleichende Beobachtungen angestellt. Bidder und Volkmann *die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig* 1842. Die dem Sympathicus vorzugsweise angehörenden Nervenfasern sind nach ihnen meist um die Hälfte dünner, die dickern Nervenfasern sind in den Cerebrospinalnerven vorherrschend, wenn sie keinen Zufluss vom Sympathicus erhalten. Die dünnern Fasern sind in dem sympathischen Nerven so vorherrschend, dass sie $\frac{99}{100}$ und mehr der Elementartheile ausmachen; sie sind in andern Nerven seltener im Verhältniss zu den nachweislich vom Sympathicus herbeigeführten Fasern, wo letztere in Cerebrospinalnerven vorkommen, haben sie Neigung, in Bündeln beisammen zu liegen. Die Nervenzweige der willkürlichen Muskeln zeigen die dickern Fasern in weit grösserer Menge als die feinen; dagegen enthalten die Nervenzweige der unwillkürlichen Muskeln fast ausschliesslich feine Fasern. Die Hautnerven enthalten beide Faserarten, ohne dass die eine derselben auffallend vorherrscht. Die Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle erhalten Nerven von der dünnern Art der Fasern. Sie fanden ferner, dass beim Frosch die aus dem Grenzstrang abgeleiteten Fasern an Menge viel mehr ausmachen, als in die Wurzeln des Sympathicus eintreten. Bei den Säugethieren fanden sie in den Wurzeln der Spinalnerven zahlreiche dünnere (sympathische) Fasern, aber in den eintretenden Zweigen mehrerer Ganglien finden sich ungleich weniger sympathische Fasern als in den austretenden, und sie schliessen auf eine Vermehrung der Nervenmasse in den Ganglien, da die austretenden Zweige zugleich dicker als die eintretenden sind.

Diese Beobachtungen verdienen gewiss die grösste Beachtung, indessen liegt eine sichere Entscheidung doch nur in den direkten Untersuchungen über den Bau der Ganglien. Dann giebt es auch Beispiele vom sympathischen Nervensystem, wo die in den Wirbelstrang eintretenden Zweige und die austretenden sich ganz entsprechen, wo dann freilich die Ganglien des Wirbelstranges ausserordentlich klein sind. Ich beschrieb den Nervus sympathicus bei sehr grossen Schlangen. Alle Spinalnerven von der Herzgegend an geben einen Ramus visceralis und der Grenzstrang be-

steht bloss in den Verbindungsbogen der Visceraläste. Ein- und austretende Aeste sind gleich an Zahl und setzen sich direkt in einander fort. Hier finde ich keinen Unterschied. Allerdings sind die Ganglien ausserordentlich und bis zum Uebersehen klein. Ich will aber auch diese Bemerkung nicht gegen den Ursprung von Nervenfasern aus den Ganglien wenden, der vielmehr wahrscheinlich ist. Da die Ganglien der Wirbelthiere sich im Allgemeinen ganz so verhalten, wie die Centralganglien der Wirbellosen, an welchen beiden, Nervenfasern vorbeigehen, so ist es auch wahrscheinlich, dass die Ganglienkörperchen sich gleich verhalten und die fadenartigen Verlängerungen der Ganglienkugeln in den Ganglien der Wirbelthiere sind jedenfalls eine sichere Thatsache, und zwar die Verlängerung der Ganglienkugel selbst, nicht der Scheide in einen Faden. Für die weitere Entwickelung der Beobachtungen werden aber folgende Fragen zu stellen seyn:

1) Sind die bisher beobachteten unmittelbaren Verlängerungen der Ganglienkugeln in den Ganglien der Wirbelthiere Fäden ohne Röhren, und gehören sie also allein dem grauen Fasersystem an, wie es Remak und Hannover nahmen, oder waren es nur die Centralfäden von röhrigen Nervenfasern, deren Röhre durch die Praeparation verloren ging? Wahrscheinlich waren sie das, wofür sie genommen worden sind, denn Hannover beobachtete auf den Verlängerungen der Ganglienkugeln ebenso solche Kerne, wie sie die grauen Fasern besitzen und bildete sie ab. (*Fig.* 45. *ganglion n. vagi.*)

2) Giebt es in den Ganglien der Wirbelthiere zweierlei Ganglienkugeln, wovon sich die einen in blosse Fasern, die andern in röhrige Nervenfäden verlängern?

3) Verhalten sich die Knoten der Rückenmarksnerven anders als die des Sympathicus?

Eintheilung der Ganglien. Die Ganglien der Nerven lassen sich in 3 Klassen bringen.

I. Ganglien der hinteren Wurzeln der Rückenmarks- und Gehirnnerven, Ganglion der grossen Portion des Nervus trigeminus, Ganglion Nervi vagi, Ganglion jugulare superius Nervi glossopharyngei.

Diese Ganglien haben mit einander gemein, dass sie sensoriellen Wurzelfäden angehören; es ist Thatsache, dass die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven nur sensibel, nicht motorisch sind. Unter den Ganglien der Rückenmarksnerven zeigt das Ganglion des ersten Rückenmarksnerven zuweilen, das der beiden letztern immer Anomalien in Hinsicht seiner Lage. Das erstere liegt zuweilen noch innerhalb der Dura mater. Mayer *Nov. act. nat. cur. V. XVI.* Die beiden letzten, sehr zarten Rückenmarksnerven haben ihre Ganglien nach Schlemm's Entdeckung immer noch innerhalb der Dura mater. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1834. *I.* In dem Verhältniss, wie die hintere Wurzel zur vorderen Wurzel der Rückenmarksnerven, steht aber auch die Portio major nervi trigemini, die in das Ganglion anschwillt, zur Portio minor, die an dem Ganglion vorbeigeht. Goerres (*Exposition der Physiologie. Co-*

blenz 1805. 328.) verglich zuerst den N. vagus und accessorius der hintern und vordern Wurzel eines Rückenmarksnerven. Jedenfalls muss das Ganglion nervi vagi im Foramen jugulare als sensorielles angesehen werden, aber es gehen Fasern des Vagus an diesem Knoten vorbei, was besonders bei Thieren deutlich ist. Santorini beobachtete in einigen Fällen eine hintere Wurzel des Nervus hypoglossus (ohne Ganglion) und Mayer (*N. Act. nat. Cur. XVI.* 2.) hat die Entdeckung gemacht, dass bei mehreren Säugethieren (Ochse, Hund, Schwein) eine überaus feine hintere Wurzel des Nerv. hypoglossus vorhanden ist, welche von der hintern Fläche der Medulla oblongata entspringt, über den N. accessorius weggeht und ein deutliches Ganglion über dieser Stelle bildet, ohne mit dem N. accessorius zusammenzuhängen. Aus diesem Ganglion geht ein dickerer Nervenfaden hervor, welcher durch eine Oeffnung in dem ersten Zahn des Ligamentum denticulatum hindurchgeht (oder, wie wir es sahen, über dem ersten Zahn des Lig. denticulatum weggeht), um sich zur bekannten Wurzel des N. hypoglossus zu begeben. Diese hintere Wurzel und das Ganglion hat Mayer bis jetzt nur ein Mal beim Menschen gefunden.

An diese Beobachtung schliesst sich eine von mir beim Menschen gemachte Beobachtung an. (*Medizin.* (*Vereins-*) *Zeitung. Berlin*, 1833. *Nr.* 52.) Ich habe nämlich an der Wurzel des N. glossopharyngeus des Menschen (ausser dem Ganglion petrosum am untern Ende des Foramen lacerum), ein ganz kleines Ganglion beobachtet, welches an der hintern äussern Seite der Wurzel dieses Nerven, am obern, der Cavitas cranii zugewandten Anfang des Foramen lacerum liegt. Man sieht dieses Knötchen von 1 Millimeter Länge erst, wenn man die Dura mater an der Durchgangsöffnung weggenommen und den hintern Rand des Felsenbeins abgemeisselt hat. Es gehört nicht der ganzen Wurzel an, sondern einem Bündelchen derselben, welches, nachdem es durch das Ganglion gegangen, stärker geworden scheint, übrigens aber keinen, von den übrigen Wurzelfäden des Nervus glossopharyngeus verschiedenen Ursprung hat. Ehrenritter hatte dieses Knötchen zuerst entdeckt. (*Salzburg. medizin. Zeitung* 1790. *B.* 4. *p.* 319.); aber er hat das nähere Verhältniss zu den Wurzelfäden des Glossopharyngeus nicht gekannt, und ich zeigte, dass die Wurzelfäden des Nerven, die einen mit Ganglion, die andern ohne Ganglion sich wie die Wurzeln des N. trigeminus verhalten, und dass der Nerve wie der trigeminus ein gemischter nach Analogie der Rückenmarksnerven ist.

Das eben erwähnte Knötchen ist sicher Wurzelknoten, während diese Bedeutung von dem zweiten Knoten des Glossopharyngeus, mit dem sich schon Nerven verbinden, zweifelhaft ist. Der letztere scheint vielmehr mit denjenigen Anschwellungen überein zu stimmen, welche zuweilen entstehen, wenn Aeste des N. sympathicus sich mit anderen Nerven verbinden, wie z. B. das Ganglion sphenopalatinum am zweiten, Ganglion oticum am dritten Ast des Trigeminus, das Ganglion am Knie des Nervus facialis. Alle diese Nerven verhalten sich gleich gegen den Kopf-

theil des Nervus sympathicus, und die vom Sympathicus herrührenden Knoten liegen beim Trigeminus und Glossopharyngeus unterhalb des Wurzelknotens. Das Ganglion petrosum verbindet sich mit einem aufsteigenden Aste des Ganglion cervicale supremum, und durch den Ramus tympanicus Ganglii petrosi mit dem Ramus carotico-tympanicus N. sympathici. Was man gegen diese Deutung vorgebracht hat, lässt sich leicht aus vergleichend anatomischen Thatsachen und aus einer richtigen morphologischen Ansicht über den Kopf- und Wirbeltheil des Sympathicus widerlegen, auf welche wir hernach zurückkommen.

Die Structur dieser Ganglien ist von derjenigen der Ganglien des Nervus sympathicus nicht wesentlich verschieden; aber man sieht hier deutlicher den unveränderten Durchgang der pinselförmig zwischen die Kugeln der Ganglienmasse eintretenden Fasern.

II. Ganglien des Nervus sympathicus.

Die Ganglien des N. sympathicus bilden wieder zwei Reihen. 1) Die erste umfasst die Grenzknoten, welche da liegen, wo die Wurzeln des N. sympathicus von den Cerebral- und Spinalnerven kommend, sich zum Grenzstrang verbinden.

Hierher gehören die Knoten des Wirbel-Grenzstranges des Sympathicus, aber auch einige Knoten der Cerebralnerven, wie das Ganglion petrosum N. glossopharyngei, die Intumescentia gangliiformis am Knie des N. facialis, das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Aste des N. trigeminus, das Ganglion oticum am dritten Aste desselben. Die Knoten liegen seltener an den Cerebrospinalnerven selbst, sondern meistens in der Nähe jener Verbindungen und entsprechen wenigstens den Stellen der Verbindungen und Rami communicantes, wie eben am Wirbeltheil des Sympathicus. Ich halte diesen Unterschied für unwesentlich und betrachte das Ganglion sphenopalatinum, oticum, petrosum als ganz dasselbe für den Kopfstrang des Sympathicus, was die Ganglien des Wirbelstranges sind. Indem die Rami communicantes kürzer werden, sitzt das Ganglion auf dem Spinalnerven selbst auf und dies ereignet sich wirklich am Halse bei Vögeln. Bei den Schlangen wird das Ganglion des Glossopharyngeus das Aequivalent des Ganglion cervicale supremum.

Wurzelknoten und sympathische Grenzknoten können aber selbst auch in eins verschmelzen wie beim Ganglion n. vagi des Menschen, während sie bei einigen Thieren getrennt sind. Wo der N. glossopharyngeus nur ein Ganglion besitzt, ist das auch der Fall.

Bei Untersuchung der Rami communicantes von Grenzknoten findet man, dass sie von dem Ganglion ab, an die Cerebrospinalnerven, sowohl Nervenfasern aus ihren Wurzeln empfangen, als in peripherischer Richtung an dieselben abgeben.

2) Die zweite Reihe der Knoten des Sympathicus bilden die peripherischen Ganglien, wie diejenigen der Unterleibsgeflechte, am Kopfe das Ganglion ciliare, submaxillare. Die Zuleitung dieser Knoten geschieht durch die aus dem Grenzstrang abgeleiteten Fasern, oder zugleich durch Concurrenz von Aesten der Cerebrospinalnerven selbst.

II. Capitel. Von der Reizbarkeit der Nerven.

Im Anfange dieser Schrift sind die Gesetze der thierischen Reizbarkeit im Allgemeinen untersucht worden.

Diese Eigenthümlichkeit der organischen Körper ist auch den Nerven eigen, und die allgemeinen und verschiedenen Kräfte der Nerven kommen überall durch Reize zur Erscheinung. Die Aufgabe des Physiologen ist aber, nicht allein die Gesetze dieser allgemeinen Eigenschaft zu ergründen, womit sich Brown und seine Nachfolger leider allein beschäftigt haben; sondern die eigenthümlichen Kräfte, welche gereizt werden können, selbst zu untersuchen. Die Reagentien erzeugen in den chemischen Wirkungen nur Producte, Combinationen, Trennungen; in den organischen Körpern und insbesondere auf die Nerven angewandt, bringen sie, so verschieden sie auch seyn mögen, nur Erscheinungen der vorhandenen Kräfte und Veränderungen dieser Kräfte hervor, und es wird sich zeigen, dass alle Einflüsse, welche auf die Nerven wirken, entweder reizen oder die Reizbarkeit selbst verändern; im ersten Falle wirken alle Reize, so verschieden sie sind, auf dieselbe Art, und die verschiedensten Ursachen haben gleiche Wirkung, weil das, worauf sie wirken, nur einerlei reizbare Kraft besitzt, und weil die verschiedensten Dinge nur in der gleichen Eigenschaft als Reize einwirken.

I. Ueber die Wirkung der Reize auf die Nerven.

Alle Reize, sowohl die inneren organischen als die unorganischen, wie die chemischen, mechanischen, caustischen, elektrisch-galvanischen, bewirken, auf empfindliche Theile und empfindliche Nerven angewandt, Empfindungen, so lange die Nerven mit dem Rückenmarke und Gehirn in unversehrter Verbindung stehen. Alle diese verschiedenen Reize verhalten sich darin gleich; in einem gewissen Grade angewandt, bewirken sie nur Erscheinungen der Empfindung, im höhern Grade angewandt, bewirken sie Veränderungen der Empfindungskraft selbst. Alle Reize, sowohl die inneren organischen als die unorganischen, wie die chemischen, mechanischen, caustischen, elektrisch-galvanischen, bewirken, auf Muskelnerven oder Muskeln selbst applicirt, Zusammenziehung der Muskeln, in welche sich der gereizte Nerve verbreitet, und diese erfolgt, wenn der Reiz auf einen Nerven applicirt wird, der mit dem Gehirn zusammenhängt, sowohl, als wenn derselbe schon vom Gehirne oder Rückenmark getrennt ist. Die Nerven haben daher durch ihre Reizbarkeit die Eigenschaft, Zuckungen zu erregen in den Muskeln, worin sie sich verbreiten; sie thun diess, so lange jene leben und nach dem Tode ihre eigene Reizbarkeit dauert. Zu den Zusammenziehungen der Muskeln von Application der Reize auf die Nerven selbst ist es nöthig, dass das gereizte Nervenstück bis zum Muskel unversehrt ist, wenn auch die Verbindung dieses Nerven mit dem Gehirn oder Rückenmarke aufgehoben ist. Anderseits be-

wirken alle Reize in einem ganzen oder verstümmelten Nerven Empfindung, so lange noch das gereizte Stück des Nerven eine unversehrte Verbindung mit dem Rückenmarke oder Gehirn hat.

1. *Mechanische Reize.*

Die Empfindung erfolgt, wenn man die Nervenenden oder die Aeste, oder den verkürzten Stamm mechanisch irritirt, so lange die Verbindung mit dem Rückenmarke und Gehirn stattfindet. In den Gefühlsnerven des Rumpfes und ihren Theilen bewirken mechanische Reize nur Empfindungen des Gefühls, nämlich Schmerz, Tastgefühl, in dem Gesichtsnerven und der Markhaut dagegen nach Magendie's Beobachtung kein Schmerzgefühl, sondern, wie Jeder weiss, Lichtempfindung, wie beim Druck und Schlag auf das Auge. In den Gehörnerven bewirkt der mechanische Eindruck, wie das Zittern der schallleitenden Medien und die mechanische Erschütterung des Kopfes und Ohrs beim langen Fahren Tonempfindung; dagegen scheint dieser Nerve kein Schmerzgefühl zu haben.

Wenn man einen Muskelnerven mit der Nadel zerrt, sticht, quetscht, anzieht und dehnt, erfolgt jedesmal Zusammenziehung des Muskels, und zwar so heftig, als irgend ein galvanischer oder elektrischer Reiz Muskularcontraction bewirken kann. Der mit den Muskeln zusammenhängende Theil des Nerven behält diese Kraft, so sehr man ihn auch verkürzt; dagegen erfolgen keine Zuckungen, wenn man das andere Ende der durchschnittenen Nerven, welches mit dem Rückenmarke und Gehirn zusammenhängt, mechanisch irritirt.

Die Bewegungen, welche von den mit Cerebral- und Spinalnerven versehenen Muskeln abhängen, sind auf den mechanischen Reiz dieser Muskeln oder ihrer Nerven bloss Zuckungen, die so lange dauern, als der Reiz dauert; in den Muskeln dagegen, welche vom Nervus sympathicus abhängen, wie am Magen, Darm, Uterus, Ductus choledochus, Ureter, Harnblase, sind die Bewegungen, die auf mechanischen Reiz der Muskelfasern erfolgen, keine Zuckungen, sondern anhaltend, und dauern sehr viel länger als der Reiz dauert. Das Herz reagirt auch viel länger als der Reiz dauert, und der Rhythmus der Schläge verändert sich auf lange Zeit, wenn man das Herz nur vorübergehend mechanisch reizt. Es ist daher eine empirisch festgestellte Eigenschaft der dem N. sympathicus unterworfenen Muskeln, dass die Reaction viel länger als der Reiz besteht, während in den animalischen Muskeln die Reaction grade so lange als der Reiz dauert, und oft schon aufhört, wenn der Reiz noch anhält.

Wenn mechanische Reize sehr heftig wirken, so dass die zarte Substanz der Primitivfasern leidet, so wird die Fähigkeit der Nerven, Empfindungen zu erregen, dadurch aufgehoben, sobald die leidende Stelle zwischen dem Gehirn und dem Reiz ist; auch wird ein Muskelnerve unfähig, durch jede Art von Reizung Bewegungen zu veranlassen, sobald der Nerve zwischen der Stelle der Reizung und dem Muskel gedrückt, gequetscht wird, und es ist eben so gut, als ob der Nerve durchschnitten wurde. Die Empfindungskraft des Nerven wird daher durch jede mechani-

sche Zerstörung des Nerven zwischen Gehirn und Reizung, die motorische durch jede mechanische Zerstörung zwischen Reizung und Muskel unterbrochen. Allein die mechanische Zerstörung durch Druck lähmt nur örtlich die Kraft der Nerven, und ein Nerve hat Empfindung noch an jeder andern Stelle zwischen der Quetschung und Gehirn, und erregt Bewegungen bei Reizung jeder andern Stelle des Nerven zwischen der Quetschung und dem Muskel. Wenn man aber einen Muskelnerven in seiner ganzen Länge ausdehnt, so verliert dieser Nerve oft seine Reizbarkeit in seiner ganzen Länge, und selbst der Muskel hat zuweilen seine Contractionskraft auf jede Art der Reize verloren.

2. *Temperatur.*

Die Wärme und die Kälte erregen auch Empfindungen und Muscularcontractionen.

Wenn man einen Muskelnerven oder den Muskel selbst brennt, so erfolgen Contractionen desselben; diese sind ausserordentlich heftig, wenn man den Nerven durch die Flamme eines Lichtes brennt; kleine Wärmegrade, wie z. B. ein erwärmtes Stück Eisen, wirken auf die Muskelnerven nicht so heftig, dass Muscularcontraction erfolgt.

Dass die Kälte eben so wirkt, zeigt bereits die ältere Beobachtung, dass sogleich heftige Contractionen in einem Muskel erfolgen, wenn man kaltes Wasser in die Arterie des Muskels einspritzt; auch kaltes Wasser auf die Oberfläche eines Muskels gegossen, erregt Contraction. Von dieser Wirkung hat man auch bereits Anwendung in der practischen Medizin gemacht, indem man bei Atonie des Uterus und Gebärmutterblutflüssen nach der Geburt kaltes Wasser in die Gefässe der noch anhängenden Placenta einspritzt. So erfolgen auch consensuelle Zusammenziehungen der Iris, wenn man kaltes Wasser in die Nase schlürft. Grosse Kälte- und Wärmegrade zerstören übrigens, mögen sie schnell oder allmälig wirken, die Nervenkraft, und es erfolgt Tod oder Scheintod. Sehr allmälige Zunahme der Wärme und Kälte kann die Reizbarkeit latent machen, so dass Winterschlaf und Sommerschlaf bei gewissen Thieren erfolgt.

Die rein örtliche Zerstörung der Nervenkraft durch Kälte und Wärme wirkt, wie die rein örtliche Zerstörung derselben, durch mechanische Ursachen. Ein überaus heftiger Grad von künstlicher Kälte zerstört, eben so wie die Hitze, die Empfindungs- und Bewegungskraft in den entsprechenden Theilen. Allein alle andere Stellen der Nerven behalten ihre Reizbarkeit, und der am Ende verbrannte Muskelnerve bewirkt Zuckungen, wenn er zwischen der verbrannten Stelle und dem Muskel gereizt wird.

3. *Chemische Reize.*

Alle chemischen Reize wirken auf die Empfindungskraft der Nerven, so lange diese noch mit dem Gehirn und Rückenmarke unversehrt in Verbindung stehen. Die Alkalien bewirken auch Zuckungen, wenn sie auf die Nerven applicirt werden; viele andere Reagentien, besonders die Säuren und die Metallsalze, bewirken dagegen, auf die Nerven applicirt, keine Spur einer Zuk-

kung, sondern nur dann, wenn sie auf die Muskeln selbst angewandt werden, so z. B. die mineralischen Säuren, Sublimat, salzsaures Antimonium, auch Alkohol. Alle diese Mittel zerstören sogleich im concentrirten Zustande die Kräfte der Nerven, und machen sie unfähig, von anderen Reizen irritirt zu werden; hinter der Stelle, wo die Berührung mit den Reagentien stattfindet, dagegen behalten die Nerven ihre motorische Kraft zwischen der chemischen Zerstörung und dem Muskel. Alle die genannten Mittel zerstören auch das Muskelfleisch, bewirken aber im Moment des Contactes Zuckungen, die beim Alkohol am schwächsten sind. Dagegen bewirken Alkalien oft die heftigsten Zuckungen, sobald sie auf die Nerven applicirt werden, oft viel heftigere als der Galvanismus eines einfachen Plattenpaars. Bei der Application von Kali causticum auf einen Nerven sah ich, wie v. Humboldt, die heftigsten, anhaltenden Zuckungen in allen Muskeln entstehen, die von diesem Nerven Aeste erhalten. A. v. Humboldt hat das Zittern 40—50 Secunden beobachtet. Derselbe beobachtete auch, dass die Zuckungen erfolgen, wenn vorher um den Nerven ein oder mehrere Ligaturen gelegt worden. A. v. Humboldt *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Posen*, 1797. *II. Bd. p.* 363. Hier geschah die Fortleitung des Alkali's durch die Ligaturen. Durch die Säuren sah Humboldt keine Zuckungen entstehen; Substanzen, welche auf die Nerven applicirt Zuckungen erregen, sind Kali, Natron, Ammonium, salzsaure Schwererde, oxydirter Arsenik, Brechweinstein. Auch durch das Blut bewirken reizende Mittel Nervenreizung. Man weiss, dass Brechmittel, ins Blut eingespritzt, eben so wirken, wie wenn sie in den Darmkanal gelangen; so erregen Brechweinstein und salzsaure Schwererde, bloss in Wunden gestrichen, Erbrechen. Scheel *nordisches Archiv.* 2. *St.* 1. *p.* 137. Magendie *sur le vomissement. p.* 16. 30. Brodie *philos. transact.* 1812.

4. *Elektrische Reize.*

Die Elektricität bewirkt in den Nerven dieselben Reactionen, wie die mechanischen und chemischen Reize. Durch mechanische Zerrung der Nerven erhält man die Empfindung eines Schlages in dem Nerven, wie man beim Anstossen an den N. ulnaris erfährt; dasselbe fühlt man bei einer elektrischen Entladung durch einen Nerven. Man darf diese Empfindung nur als Gefühl betrachten, und nicht die Ursache, die Elektricität, mit der Reaction des Nerven verwechseln. Die Empfindung des Schlags ist nicht die Action der Elektricität, sondern die Action des Nerven, welcher bei jeder heftigen Veränderung in dem Zustand seiner kleinsten Theile diese Empfindung hat, mag diese nun durch thierische Reize oder durch mechanische Einflüsse, oder durch Elektricität erzeugt seyn. Die Entdeckung der galvanischen Elektricität im Jahre 1790 hat Gelegenheit gegeben, durch Application des elektrischen Reizes auf einzelne Nerven die Reizbarkeit derselben mehr zu prüfen, obgleich man in diesem wichtigen Princip nicht das Agens der Nerven, sondern nur einen neuen Reiz zu der Zahl der bekannten Reize der Nerven kennen gelernt hat. Heterogene Metalle und viele andere heterogene,

selbst thierische Substanzen gerathen bei der Berührung in elektrische Spannung, die, wenn eine Leitung durch einen leitungsfähigen Körper zwischen den beiden Elektromotoren stattfindet, d. h. wenn die Kette geschlossen wird, sich ausgleicht und die gewöhnlichen, der Elektricität eigenen Erscheinungen bewirkt, wenn sich ein Reagens für die Elektricität in der kettenartigen Verbindung findet. Wird ein Froschschenkel oder irgend ein anderer muskulöser Theil eines Frosches oder frisch getödteten anderen Thieres von dem Rumpfe abgelöst, die Muskeln von den häutigen Theilen befreit und der Nerve frei herauspräparirt, so dass er durch seine Aeste mit den Muskeln noch organisch zusammenhängt, der so präparirte Schenkel auf eine isolirende Glasplatte gelegt und zwei heterogene Metallplatten, z. B. Zink und Kupfer, unter sich und zugleich mit dem Muskel und Nerven in Berührung gebracht, so erfolgt im Moment der Schliessung, oft auch bei der Trennung dieser Kette eine Zuckung des Muskels. Diese erfolgt auch, wenn beide Metalle unter sich in Contact stehend den Nerven zugleich berühren, oder wenn beide den Muskel allein berühren. Auf diese Art angestellt, gelingt der galvanische Versuch jedesmal. Viele andere Modificationen desselben unter einfacheren Bedingungen, deren Kenntniss wir den grossen Verdiensten Aldini's, Pfaff's, Ritter's, vor Allen Alex. v. Humboldt's verdanken, gelingen aber nur bei grosser Reizbarkeit der Frösche vor der Begattungszeit, in der kältern Jahreszeit nach dem Winterschlaf, nicht im Sommer. Diese einfacheren Versuche sind gerade für die Theorie der Erscheinungen die wichtigsten. Es sind folgende:

1) *Versuche ohne Ketten.* Bei einer grossen Reizbarkeit der Frösche ist es nach Alex. v. Humboldt's Entdeckung hinreichend, dass zwei heterogene oder selbst zwei homogene Metallstücke sich berühren, von denen eines allein den Nerven berührt, ein Fall, wo gar keine Kette gebildet wird; ja es erfolgen in seltenen Fällen bei einer sehr grossen Reizbarkeit des Froschschenkels selbst Zuckungen, wenn bloss der Nerve mit einem einzigen homogenen Metalle berührt wird — ein Fall, der zwar selten sich ereignet, den ich aber selbst oft beobachtet habe. Pfaff (Gehler's *physikal. Wörterbuch. IV. 2. p.* 709.) sah bei sehr reizbaren Individuen Zuckungen, wenn er bloss mit dem abgeschnittenen Ende des Nerven die Oberfläche von Quecksilber berührte. Ich sah das Phänomen mehrmals, wenn ich mit der Spitze einer Scheere, die ich in der Hand hielt, oder mit einer Zinkplatte, die also an beiden Enden verschieden erwärmt waren, den Nerven berührte. Man kann diesen Erfolg theils durch die Annahme eines geringen chemischen Unterschiedes in dem scheinbar homogenen Metalle, theils durch die Annahme eines Wärmeunterschiedes in demselben auf den Erfolg heterogener Metalle reduciren, da es nach den neueren Entdeckungen bekannt ist, dass selbst ein homogenes Metall durch die geringsten chemischen Unterschiede, oder durch verschiedene Erwärmung an seinen Enden in elektrische Spannung geräth. Lässt man den Nerven auf ein Metall herabfallen, so erleichtert diess die elek-

trische Erregung. Die Erschütterung ist nicht die Ursache der Erscheinung, da das Herabfallen des Nerven auf Glas und Stein ohne Erfolg ist, wie die Versuche von Humboldt, Ritter und Pfaff lehren.

2) *Versuche mit kettenartiger Verbindung.* Auch die Versuche mit der Kette sind bei sehr grosser Reizbarkeit bedeutender Vereinfachung fähig, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass diese einfachen Versuche nur in kälterer Jahreszeit, Winter, Frühling und Herbst, gelingen. So erfolgen in seltenen Fällen Zukkungen, wenn die Glieder der Kette bloss thierische Theile sind, oder wenn sie thierische Theile und ein einfaches Metall sind, indem die heterogenen Metalle durch heterogene thierische Theile ersetzt werden.

a. Indem ein einziges Metall und Nerve und Muskel des Froschschenkels die Kette bilden. Dieser Fall ist mir im Frühling vor der Begattungszeit der Frösche und im Spätherbst sehr oft und leicht gelungen. Legte ich den Nerven des Schenkels auf eine Zinkplatte und verband Nerven und Schenkelmuskeln durch eben diese Zinkplatte, indem ich die Zinkplatte den Schenkelmuskeln näherte, so entstand oft eine Zuckung. Noch leichter gelang dieser Versuch, wenn die Zinkplatte, worauf der Nerve des Schenkels lag und der Muskel durch ein Stück von einem Frosche verbunden wurden; oder man nimmt in eine Hand eine Zinkplatte, berührt mit dieser den Nerven und, indem man mit seinem eigenen Körper die Kette schliesst, mit der andern Hand den Froschschenkel.

b. Indem der Schenkelnerve und seine Schenkelmuskeln mittelst feuchter thierischer Theile verbunden werden. Bei sehr reizbaren Froschschenkeln kann man Zuckungen erregen, wenn man zwischen dem herauspräparirten Nerven und seinem Muskel ein getrenntes Stück Muskelfleisch, das an einem isolirenden Griff von Siegellack befestigt ist, einschiebt und beide berührt, wie Alexander von Humboldt fand und ich mehrmals wieder sah. Ich schloss zwischen dem Nerven des präparirten Froschschenkels und dem Unterschenkel die Kette mittelst beider Hände durch meinen eigenen Körper, oder durch einen oder zwei lebende Frösche, oder durch einen oder zwei todte Frösche, oder durch Stücke eines Frosches. Stücke von einem todten faulenden Frosche sind selbst zur Schliessung der Kette bei hinreichender Reizbarkeit hinreichend; man erlangt denselben Erfolg, wenn man den Schenkelnerven, der am Unterschenkel heraushängt, in ein Schälchen mit Blut oder Wasser (gleichviel) legt, und das Wasser und die Oberschenkelmuskeln mit einem Stück frischen oder faulen Muskelfleisches verbindet.

c. Auch wenn nicht die Muskeln des Froschschenkels, sondern nur ihr Nerve sich in der Kette befindet, kann durch einen blossen thierischen Bogen Zuckung bewirkt werden, wie v. Humboldt zeigte. Er berührte den Cruralnerven (N. ischiadicus) mit seiner einen Hand und mit einem Stückchen Muskelfleisch, welches er in der andern Hand hielt, denselben Nerven, worauf

Zuckung entstand. Wurde statt des Muskelfleisches ein Stück Elfenbein genommen, so blieben die Zuckungen aus.

d. In den seltensten Fällen erfolgen selbst kleine Zuckungen, wenn der Nerve gegen den organisch mit ihm verbundenen Muskel umgebogen und der letzte mit dem Nerven berührt wird, wie aus den Beobachtungen von Galvani, v. Humboldt, Pfaff, Matteuci hervorgeht. Wird ein Frosch so präparirt, dass die von Haut befreiten Schenkel nur durch die Lendennerven mit dem Rumpf zusammenhängen, so entsteht eine Zuckung der Muskeln in der Extremität, sobald die gegen die Lendennerven zurückgebogenen Schenkelmuskeln diese berühren. Der Versuch kann auch so angestellt werden, dass vom Rumpf nur das untere Stück mit einem Theil des Rückenmarkes vorhanden ist.

Nie wollte es v. Humboldt gelingen, Zuckungen zu erhalten, wenn er nach Abtrennung des Nerven vom Rumpfe den Schenkel gegen den Nerven und diesen gegen jenen bog; auch sah er keine Zuckungen, wenn er ohne die Muskeln zu berühren, mit einem abgeschnittenen Nervenstück einen Bogen bildend, den Nerven des Muskels an zwei Punkten berührte. Dagegen ist dieser vorletzte Versuch Pfaff sehr häufig gelungen, besonders wenn der Schenkelnerve in einer etwas grössern Strecke mit der Haut des Schenkels, nicht aber, wenn er mit den Muskeln unmittelbar in Berührung gebracht wurde. Gerade auf diese Art ist der Versuch auch mir gelungen. Ich bewirkte (im Frühling, vor der Begattung der Frösche) an einem blossen Unterschenkel mit heraushängendem Stamm des Schenkelnerven Zuckungen, indem ich den Nerven mit einem isolirenden Stäbchen dem Unterschenkel näherte und mit dem Nerven die nasse Oberhaut des Unterschenkels berührte; auch erfolgte eine Zuckung, als ich den Nerven vom Unterschenkel wieder abzog. In diesem Falle bestand die Kette aus heterogenen Substanzen, nämlich aus Nerve, Muskel und Haut. Zwei von diesen kann man als Elektromotoren, den dritten als Leiter betrachten. Es entsteht ein elektrischer Strom und die Nervenkraft des Nerven ist das Reagens oder das Elektrometer, indem sie in Folge des elektrischen Stromes gereizt Zuckung erregt.

Sind die Elektromotoren blosse Metalle, so sind die organisch verbundenen Nerve und Muskel Leiter und Elektrometer zugleich; Leiter, weil Nerve und Muskel nass sind, Elektrometer, weil die Nervenkraft in Folge des Reizes des elektrischen Fluidums Zuckung erregt. Sie sind hier auf gleiche Art das Elektrometer, wie unter ähnlichen Umständen ein nicht thierisches Elektrometer, z. B. ein magnetischer Multiplikator. Es können aber die Elektromotoren auch thierische Theile selbst seyn. So können die organisch verbundenen Nerve und Muskel als heterogene Substanzen so gut wie zwei heterogene todte thierische Theile Elektromotoren seyn; insofern sie aber lebend sind, sind sie auch zugleich das Elektrometer durch die Reizung der Nervenkraft in Folge der elektromotorischen Erregung.

Bei den Zuckungen, die ohne Kette durch blosse Application von einem zweier heterogener sich berührender Metalle,

oder durch Application eines einzigen Metalles auf den Nerven entstehen, muss man den Nerven als blosses Elektrometer betrachten, das die in den heterogenen Metallen oder selbst in einem homogenen Metalle (durch Thermoelektricität) entstandene elektrische Spannung und ihre Ausgleichung durch Ableitung anzeigt.

Nachdem nun die allgemeinen und einfachsten Bedingungen, unter welchen durch Galvanismus Muskelcontractionen entstehen, auseinandergesetzt worden, muss jetzt von dem Verhalten der thierischen Theile bei der Schliessung, Oeffnung und während des Geschlossenseyns der Kette gehandelt werden. Wird das positive Metall als Nervenarmatur, das negative als Muskelarmatur benutzt, so erfolgen die Zuckungen meist im Augenblicke der Schliessung der Kette, aber keine oder wenigstens weit schwächere bei der Trennung derselben. So verhält es sich auch, wenn das positive Metall mit dem Centralende des Nerven, das negative Metall mit einem den Muskeln nähern Theile des Nerven verbunden wird. Diese Unterschiede können dienen, die Richtung des Stromes, der von dem positiven Pol ausgeht, bei der Schliessungs- und Trennungszuckung zu bestimmen. Indessen giebt es mannichfache Zustände der Erregung, in welchen diese Erscheinungen Abänderungen erleiden; im ersten, wenn die thierischen Theile noch den höchsten Grad der Erregbarkeit besitzen, erfolgt die Schliessungszuckung bei der negativen Bewaffnung des Nerven, und nur diese allein; die Trennungszuckung dagegen bei der positiven Bewaffnung des Nerven; im zweiten Zustande der Erregbarkeit, der allmälig aus dem ersten sich entwickelt und im Verlust der Erregbarkeit zuletzt endigt, erregt die negative Bewaffnung des Nerven oder des Centralendes des Nerven die Trennungszuckung, die positive Bewaffnung die Schliessungszuckung, die Mittelstufe sey die, wo Trennungs- und Schliessungszuckung bei jeder Bewaffnung des Nerven gleich ist. Nach Pfaff's Untersuchungen hängt das Verhalten indess sehr von den vorher schon angestellten Versuchen ab; bleibt z. B. die Kette bei negativer Bewaffnung des Nerven eine Zeitlang geschlossen, so kehrt sich das Verhältniss nicht um. Gehler's *Physik. Wörterb. IV. P. II. p.* 721. Ueber diesen Gegenstand haben in neuerer Zeit wieder Marianini, Nobili und Matteuci Untersuchungen angestellt. Der von Ritter angenommene Gegensatz der Flexoren und Extensoren in Hinsicht der Empfänglichkeit für den galvanischen Reiz hat sich nicht bestätigt.

In der geschlossenen Kette halten sich die Muskeln ruhig, und es wird nur ihre Erregbarkeit verändert. Nach Pfaff's Erfahrung wirken die geschlossenen Ketten nach Verschiedenheit der Vertheilung der Metalle an die Muskeln und Nerven entweder deprimirend oder exaltirend. Befindet sich ein Froschpräparat in einer Kette, worin das positive Metall (Zink) die Nervenarmatur bildet, so vermindert sich die Reizbarkeit schneller als an einem andern Froschschenkel ausser der Kette, und nach Pfaff kann man meist selbst die kräftigste Reizbarkeit durch Verweilen des Froschschenkels binnen einer Viertelstunde in ei-

ner solchen Kette so weit vermindern, dass er auf die stärksten Reize nicht mehr reagirt. Ganz anders soll die Kette wirken, wenn das negative Metall, Kupfer, an dem Nerven applicirt war; nach einiger Zeit soll nun der höchste Grad der Reizbarkeit eingetreten seyn, so dass im Augenblick der Oeffnung die Muskeln zuweilen in den stärksten Tetanus gerathen.

Dass die Nerven bei der Erregung durch galvanisches Fluidum keine blossen Leiter der Elektricität sind, geht daraus hervor, dass, wenn man die beiden Armaturen an dem Nerven selbst applicirt, und also einen queren galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven verursacht, der Nerve zwar die Zuckung bewirkt, dass aber ein gequetschter oder unterbundener Nerve, über der verletzten Stelle armirt, nicht mehr durch die verletzte Stelle hindurch wirkt. Man sieht also, dass ein gequetschter oder durch einen nassen Faden unterbundener Nerve kein Leiter des wirksamen Princips der Nerven mehr ist. Dennoch ist er aber noch ein eben so guter Elektricitätsleiter, wie vorher; denn wird der Nerve über und unter der Ligatur armirt, so geht der elektrische Strom durch die Unterbindungsstelle durch, und das Nervenprincip in dem zwischen Ligatur und Muskel befindlichen Nervenstück bewirkt nun die Zuckung, weil es von dem elektrischen Strome angeregt wird, oder sich in der Kette befindet. Ein merkwürdiger Umstand ist der von Humboldt beobachtete, dass, wenn man durch Armirung eines Muskels und seines vorher unterbundenen Nervens über der Unterbindungsstelle Zuckungen erregen will, von der Unterbindungsstelle des Nerven bis zu seinem Eintritt in den Muskel durchaus noch ein Stück freiliegenden Nervens seyn muss. Denn unterbindet man den Nerven gleich bei seinem Eintritt in den Muskel, und armirt den Muskel und Nerven über der Unterbindung, so erfolgt keine Zuckung. Diese letztere erfolgt aber, wenn man den Nerven jetzt eine Strecke aus dem Muskel herauspräparirt; auch hört die Zuckung auf, wenn zwischen Unterbindung und Muskel zwar ein Stück Nerve frei liegt, dieses Stück aber mit Muskelfleisch, nassem Schwamm oder Metall umgeben wird. Es scheint also, dass in diesem Falle der Nerve zwischen der Unterbindung und dem Muskel isolirt seyn muss.

Die Zuckungen sind bei allen Froschschenkelversuchen um so stärker, je länger das zu einem Muskel hingehende Nervenstück ist, Pfaff. Die Wirkungen erfolgen ferner immer in der Richtung der Verzweigungen der Nerven, und man kann durch einen Nerven, welcher allein armirt wird, mit der einfachen Kette keine Zuckungen in Muskeln erregen, welche höher vom Stamme des Nerven ab Aeste erhalten. Dagegen zucken bei der Armirung eines Nervenstammes immer alle Muskeln, welche von dem Stamme aus nach abwärts Zweige erhalten. Bei der Armirung eines Stammes armirt man nothwendig alle schon in ihm vorgebildeten Fasern, die in die Zweige übergehen. Da die in dem Stamm enthaltenen Primitivfasern seiner Zweige in dem Stamme nicht anastomosiren, so kann die Reizung eines Zweiges auch nicht auf die höher abgehenden Muskelzweige zurückwirken.

Vielleicht hängt indess die Wirkung der Nerven in der Richtung ihrer Verzweigung auch davon ab, dass die Muskelnerven das Nervenprincip oder die Bewegung desselben bloss in der centrifugalen Richtung fortpflanzen. Die Stärke der Zuckung eines Muskels hängt übrigens immer davon ab, wie viele Nervenfasern desselben in der Kette liegen; daher ist die Zuckung am geringsten, wenn bloss der Muskel in der Kette liegt, und es zuckt dann auch nur derjenige Theil des Muskels, dessen Nervenzweige dem Strome ausgesetzt sind.

Jede Veränderung in der Statik des elektrischen Fluidums scheint übrigens Ursache zur Erregung des Princips der Nerven zu werden. Denn nach Marianini lässt sich nicht allein durch Oeffnung und Schliessung der Kette Zuckung erregen, sondern auch durch partielle Ablenkung des Stromes aus dem Froschschenkel, und nach Erman entstehen bei geschlossener Kette neue Contractionen, wenn der Nerve so gegen sich zurückgebogen wird, dass er sich in neuen Punkten seiner continuirlichen Strecke berührt.

Bei dem Absterben der Erregbarkeit in den vom Ganzen getrennten Theilen haben Ritter u. A. beobachtet, dass dieses Absterben nicht an allen Stellen der Nerven zugleich, sondern vom Hirnende nach dem peripherischen Ende erfolgt.

Nicht alle Nerven, welche sich in Muskeln verbreiten, oder mit Muskelnerven verbinden, erregen, elektrisch gereizt, Zuckung. Manche sind vielmehr dazu völlig unfähig. Hierher gehören die hintern Wurzeln gemischter Nerven, welche nach Bell's Entdeckung sensoriell sind. Sie sind nach meinen Versuchen (Froriep's *Not.* 1831. *N.* 646. 647.) für einen mässigen galvanischen Reiz ganz unempfindlich, während die vorderen Wurzeln derselben für den galvanischen Reiz eine ausserordentliche Empfindlichkeit besitzen, und bei unmittelbarer Armatur derselben die heftigsten Zuckungen der Muskeln, zu welchen diese Nerven hingehen, bewirken.

Der Nervus lingualis vom Trigeminus, welcher sich mit dem N. hypoglossus verbindet, bewirkt bei der blossen Armatur des Nerven keine Zuckungen der Zunge, während dieser Versuch, an dem N. hypoglossus angestellt, jedesmal Zuckungen bewirkt. Aus anderen Versuchen weiss man, dass diejenigen Nerven, die bei der blossen Armatur derselben keine Zuckungen der Muskeln verursachen, Empfindungsnerven sind. Sonst können diese Nerven natürlich auch als Leiter des galvanischen Fluidums wirken, wie jeder andere feuchte thierische Theil. So zum Beispiel erfolgen Zuckungen, wenn man einerseits den N. lingualis und andrerseits die Zunge armirt, oder wenn man die Armatur auf die hintere Wurzel eines Rückenmarksnerven und auf die Muskeln anwendet, wobei der Nerve bloss Conductor ist, und nicht als lebendiger Theil wirkt.

Was die Wirkung des Galvanismus auf die Sinnesorgane betrifft, so hat sich gezeigt, dass das elektrische Fluidum in allen Sinnesorganen verschiedene Empfindungen hervorruft, und zwar in jedem Sinnesorgane die diesem eigenthümliche specifische Em-

pfindung. Es erregt in den Gefühlsnerven Gefühle, im Auge Lichtempfindung, im Ohr Tonempfindung, in der Nase Geruch. In Hinsicht dieser Erscheinung verweise ich auf die Physiologie der Sinne.

II. Ueber die Veränderung der Reizbarkeit durch die Reize.

Bisher haben wir bloss die Erscheinungen der Kräfte untersucht, welche durch die Anwendung der Reize entstehen. Jetzt werden wir die Veränderungen der Kräfte selbst betrachten. Alle reizenden Einflüsse, welche in den Nerven durch Veränderung der Materie Erscheinungen ihrer Kräfte hervorrufen, können auch die Reizbarkeit selbst verändern. Bei jeder Reaction findet ein Aufwand der vorhandenen Kräfte statt, insofern sie durch Veränderung der Materie bewirkt wird, je länger die Reizung dauert, um so grösser ist diese Veränderung. In dem gesunden Leben ist die Erregung nie so gross, dass durch gewaltsame Veränderung der Materie die Fähigkeit zu Lebensäusserungen auf eine empfindliche Art verletzt wird. Die Ausgleichung der materiellen Veränderungen durch die während der Ernährung fortgesetzte Wiedererzeugung, hebt die täglichen Veränderungen wieder auf. Wenn aber die Reizung stärker wird, so reicht die Wiedererzeugung nicht so bald hin, um diesen Verlust zu ersetzen, und die Reizung kann so stark seyn, dass sie die Summe der vorhandenen Kräfte erschöpft. Diese Verhältnisse, welche wir in der Ausübung der Muskelbewegung, des Geschlechtstriebs, der Geistesfunctionen täglich kennen lernen, finden auch bei der unmittelbaren Anwendung der Reize auf die Nerven statt. Wenn man einen Nerven lange galvanisirt, so werden die Reactionen immer schwächer und zuletzt Null, und es bedarf einiger Zeit, ehe wieder Reaction erfolgt, wenn sich nämlich die Nervenkraft (durch den Contact mit dem Blut) wieder erholt hat. Es ist eben so mit den Empfindungen. Je länger man ein farbiges Bild ansieht, um so schmutziger wird es und es verschwindet zuletzt in Grau, je mehr die vom Licht gereizte Stelle an Reactionskraft verliert; diese Stelle sieht zuletzt gar nicht mehr. In allen diesen Fällen wird die Reizbarkeit durch die Reizung erschöpft, und nicht durch die eigenthümliche Wirkung der Einflüsse. Die Reizbarkeit kann aber auch, was Brown nicht glaubte, was aber von der Theorie des Contrastimulo besonders anerkannt worden ist, durch Einflüsse unmittelbar ohne Reizung sogleich erschöpft werden, wenn eine fremdartige Potenz sich unmittelbar auf Kosten der organischen Combinationen geltend macht und den Nerven mit der Nervenkraft vernichtet. So wirkt die Elektricität im höchsten Grade des Effects im Blitz, eben so der Druck, die Zerquetschung des Nerven und seiner Primitivfasern, ferner die Behandlung der Nerven mit chemischen Agentien, welche die organische Combination des Nerven aufheben, und zersetzen, wie die mineralischen Säuren, die Metallsalze, Alkohol im concentrirten Zustande.

Wirkt diese fremdartige Gewalt auf alle Nerven zugleich,

wie die Elektricität in dem Blitze, oder eine sehr starke Batterie, oder wird ein Nerve in seiner ganzen Länge ausgedehnt, so wird die Reizbarkeit in dem ganzen Nerven oder im ganzen Organismus aufgehoben; wirkt sie nur auf einer Stelle des Nerven, wie Caustica, Druck, Quetschung, so wird auch nur diese Stelle gelähmt, und die zwischen der Quetschung und dem Muskel befindlichen Theile des Nerven haben ihre motorischen Kräfte behalten.

Die Wärme und die Kälte, welche in einer gewissen Stärke und einer gewissen Zeit Stimulantien sind, werden deprimirend, sobald sie sehr lange im stärkern Grad angewandt werden.

Die Kälte, welche so gut wie die Wärme Entzündung und Brand erregen kann, macht die Glieder taub oder empfindungs- und bewegungslos; allein die allgemeine anhaltende Wirkung der Wärme ist auch Schwäche der Nervenfunctionen.

Bei einigen Einflüssen geht vor der Zerstörung noch eine kurze Irritation vorher, wie beim Quetschen der Nerven, bei der Behandlung derselben mit Alkali. Dieselben Reizungserscheinungen beobachtet man noch deutlicher bei einem grossen Theil der Narcotica, deren Hauptwirkung scheint, die Mischung der Nerven zu verändern und in höherem Grad der Wirkung, die Nervenkraft aufzuheben.

Eine ganze Abtheilung von Stoffen besitzt im aufgelösten Zustande einen gewissen Einfluss auf die Kräfte der Nerven und zerstört dieselben, ohne dass diese Stoffe sich auf sehr eigenthümliche Art gegen andere chemische Reagentien verhalten, ohne dass sie caustisch sind, und die organischen Verbindungen im Allgemeinen auflösen. Diess sind die Alterantia nervina, die man Narcotica nennt. Alle diese Mittel alteriren die materielle Zusammensetzung der Nerven. Einige sind in kleinen Gaben reizend und weniger deprimirend, wie Opium, Nux vomica, alle in grossen Gaben sogleich deprimirend durch Alteration. Dass diess durch eine unseren Sinnen und der chemischen Probe entgehende Umwandlung der Nervenmaterie geschieht, ist wahrscheinlich und anzunehmen nothwendig; allein diese Umwandlung zeigt sich uns nur an dem Verluste der Nervenkräfte, und der durch Narcotica getödtete Nerve verhält sich dem äussern Anschein nach ganz so wie der gesunde Nerve, wenigstens wenn man reine Narcotica in wässrigen Auflösungen, zum Beispiel wässrige Auflösung von Opium, anwendet.

Ehe wir nun aber die Wirkung der narcotischen Stoffe auf die Nerven näher untersuchen, wollen wir erwägen, ob es nicht auch Stoffe giebt, welche die Reizbarkeit der Nerven erhöhen.

I. Integrirende Reize.

Nach früheren Versuchen war es wahrscheinlich, dass es Stoffe gebe, welche die Reizbarkeit der Nerven erhöhen, und die Heilkunde erwartete von diesen Versuchen einen grossen Erfolg. Man beobachtete eine stärkere Wirkung der galvanischen Action nach Befeuchtung der Nerven mit Aqua oxymuriatica und alkalischen Solutionen und schloss daraus, dass die Reizbarkeit der Nerven durch jene Flüssigkeit erhöht werde. Die Beobachtung

ist richtig, aber die Erklärung jetzt eine andere. Pfaff hat *nord. Archiv. Bd.* 1. *p.* 17. durch Versuche erwiesen, dass die mehrsten jener Stoffe nicht durch Erhöhung der Reizbarkeit wirken, sondern insofern sie als Glieder der galvanischen Kette den galvanischen Reiz selbst vermehren, und die galvanische Action bei derselben Stärke der Reizbarkeit erhöhen; jene Flüssigkeiten wirken daher nur immer stärker als das Wasser, welches zur galvanischen Action als Leiter nöthig ist. Die Heilkunde hat auch ihre Hoffnungen auf Mittel, welche die Kraft der Nerven verstärken, ganz aufgegeben, und diese Mittel leisten das, was sie sollen, nur in den Lehrbüchern der Materia medica.

Mittel, welche reizen, giebt es allerdings genug, wie Kampher, die Ammoniakalien, die Elektricität, und diese Mittel sind vortrefflich, wo die nicht erschöpften, sondern bloss gehemmten Nervenkräfte des Reizes bedürfen. Sie reizen, sie verursachen eine Nervenaufregung, aber sie vermehren nicht die Stärke der Reizbarkeit. Die Nervenkraft nimmt nur zu durch dieselben Processe, wodurch sie beständig wiedererzeugt wird, nämlich die beständige Reproduction aller Theile aus dem Ganzen, und des Ganzen durch die Assimilation. Für einen geschwächten Theil des Nervensystems sind gelinde Reize daher nicht darum nützlich, weil sie die Reizbarkeit erhöhen, denn das thun sie nicht, sondern weil ein gereizter Theil mehr die Ergänzung des Ganzen anspricht, und daher vorzugsweise wiedererzeugt und ergänzt wird. So stelle ich mir die nützliche Wirkung der Reize in den Nervenkrankheiten vor, und hier ist wieder am meisten auf die Wärme oder das Feuer zn halten, denn die Wärme ist die Ursache, dass zuerst die Erzeugung der Theile aus der vorhandenen Kraft des Ganzen beginnt; daher ist auch das Feuer oder eine abbrennende Moxa, oder besser das lange andauernde Nähern einer brennenden Kerze an den leidenden Theil das bewährteste und wirklich hülfreiche Mittel in den anfangenden Lähmungen, Neuralgien, Tabes dorsalis u. s. w.

II. Alterirende Reize.

Hierher gehören die Narcotica, welche, indem sie reizen, zugleich die Nervenmaterie zu zersetzen scheinen. Insofern diese Mittel die materielle Zusammensetzung der Nerven alteriren, bedient sich die Arzneikunde derselben in kleinen Gaben zuweilen mit Erfolg in Lähmungen, um feinere materielle Veränderungen der Nerven auszugleichen, oder nach einer solchen Umstimmung der Natur selbst Gelegenheit zur Einleitung der Heilung zu geben. In stärkerem Grade angewandt, wirken die Alterantia nervina seu Narcotica sogleich zersetzend.

Die Veränderung der Nerven bei unmittelbarer Application des Giftes auf dieselben tritt ohne Zeichen von Reizung, ohne Zuckung allmälig bis zur Paralyse ein. Ich habe nie, weder bei der Anwendung des Opiums in wässriger Auflösung, noch des Strychnins, noch des spirituösen Extractes von Nux vomica auf die entblössten Nerven eines Kaninchens, der Frösche und der Kröten Zuckungen entstehen sehen, und glaube nicht, dass jemals ein Narcoticum, unmittelbar auf einen Nerven angewandt,

eine Zuckung errege, wenn es nicht durch das Rückenmark und Gehirn auf die Nerven wirkt. Strychnin erregt nicht einmal Zuckungen, wenn es gepulvert auf das nasse Rückenmark eines Frosches angewandt wird, sondern nur wenn es in die Blutmasse gelangt, und durch das veränderte Blut auf das Rückenmark, und letzteres wieder auf die Nerven wirkt. Ist daher ein Thier durch Opium, Strychnin vergiftet, so hören die Zuckungen einer Extremität auf, sobald ihre Nerven durchschnitten werden, und vernichtet man einen Theil von dem Rückenmark eines Thiers, ehe man es durch Upas tieute oder Augustura vergiftet, so werden alle diejenigen Theile, die von dem vernichteten Theile des Rückenmarks ihre Nerven empfangen, von Zuckungen befreit. Hieraus geht wohl unwiderleglich hervor, dass die Narcotica nicht durch sich selbst und auf die Nerven selbst wirkend Zuckungen erregen, sondern durch Vermittelung des Rückenmarks und Gehirns.

Eine ganz andere Frage ist, ob narkotische Gifte nicht durch sich selbst und auf die Nerven wirkend, die Reizbarkeit der Nerven erschöpfen können, auf analoge Art, wie chemische Reizmittel die Reizbarkeit der Nerven zerstören. Diese Frage haben die Schriftsteller nicht von der vorhergehenden getrennt, und man hat Unrecht gethan, wenn man beide gleich beantwortete. Die gewöhnlichste Wirkungsart der narkotischen Gifte, wenn sie die Empfindungskraft und Bewegkraft der Nerven lähmen, ist, dass sie ins Blut aufgenommen werden, vom Blut aus in den Capillargefässen auf das Gehirn, Rückenmark und die Nerven wirken. Die zweite Wirkungsart, welche langsamer geschieht und vielmehr isolirt wirkt, ist, dass sie die Nervenkraft örtlich zerstören.

1. *Wirkungsart der narkotischen Gifte durch das Blut.*

Es wurde sonst häufig angenommen, dass die allgemeinen Erscheinungen bei örtlichen narcotischen Vergiftungen durch Fortpflanzung des Zustandes durch die Nerven entstehen. In diesem Sinne haben selbst neuerlich, wo man hierüber besser belehrt war, Dupuy und Brachet behauptet, dass man Thiere durch in den Magen gebrachte Gifte nicht vergiften könne, wenn man vorher den N. vagus auf beiden Seiten durchschnitten habe. Diess ist jedoch eine grundlose Behauptung, denn wir haben in den vielen Versuchen, welche Herr Wernscheidt unter meiner Leitung über diesen Gegenstand anstellte, durchaus keinen Unterschied der Zeit in dem Eintreten der Vergiftungszufälle gesehen, mochten die Nerven vorher durchschnitten seyn oder nicht. Es ist jetzt erwiesen, dass die Vergiftungszufälle durch Aufnahme des Giftes in das Blut durch Imbibition entstehen. Ueber die Schnelligkeit dieses Ueberganges siehe oben p. 196. Die ersten Beweise für diese Theorie der Vergiftungen hat Fontana geliefert. Fontana hat Versuche mit Vipern-, Tikunas-, Kirschlorbeergift und Opium angestellt. Das Resultat aller seiner Versuche ist, dass diese und ähnliche Gifte nur, indem sie in die Blutmasse gelangen, ihre allgemeinen Wirkungen hervorbringen, dass sie aber auf die Nerven nur einen örtlichen Einfluss haben.

Fontana, *Abhandl. über das Viperngift etc. aus d. Französ. Berlin*, 1787. Brodie durchschnitt in der Achselhöhle eines Kaninchens alle Nerven der Vorderbeine, und streute Woraragift in eine Wunde am Fusse; die Wirkung des Giftes erfolgte dennoch. Er unterband das Hinterbein eines Kaninchens, die Hauptnerven ausgenommen, mit einer starken Ligatur, und streute Worara in eine Wunde am Bein; die Wirkung blieb aber ganz aus, bis er die Ligatur löste, und sogleich erfolgte die Vergiftung. *Philos. trans.* 1811. *p.* 178. 1812. *p.* 107. Wedemeyer fand durch Versuche mit Blausäure, die so heftig wirkte, dass sie in's Auge und mehrere Stellen des Körpers gebracht, innerhalb einer Secunde tödtete, dass sie, unmittelbar auf die Nerven angewendet, gar keine plötzliche Wirkung hervorbrachte. *Physiol. Untersuchungen über das Nervensystem und die Respiration. Hannover*, 1817. *p.* 234. Vergl. Emmert, *Tübing. Blätter.* 1811. 2. *Bd. p.* 88. *Salzb. medic. Zeitung.* 1813. 3. *Bd. p.* 62. Meckel's *Archiv.* 1. 176. Schnell *Diss. sist. historiam veneni upas antiar. Tübingen* 1815. Emmert amputirte an Thieren die Extremitäten, so dass sie nur mit dem übrigen Körper durch die Nerven in Verbindung standen, das in den Fuss eingebrachte Gift äusserte keine Wirkung. Ebenso wendete er das Gift unmittelbar auf die Nervenstämme an, auch hier blieb die Wirkung aus. C. Viborg (*Act. reg. soc. med. Hafn.* 1821. *p.* 240.) hat fast eine Drachme concentrirter Blausäure unmittelbar auf das durch Trepanation entblösste Gehirn eines Pferdes gebracht, ohne irgend eine Wirkung des Giftes zu spüren. S. Lund *Vivisectionen p.* 103. 104. Hubbard (*Philadelph. Journ. Aug.* 1822.) hat zwar bei Anwendung der Blausäure auf die Nerven sehr schnelle Wirkung gesehen, gesteht aber selbst, dass wenn er den Nerven durch eine untergelegte Karte isolirte, durchaus keine Wirkung erfolgt sey. Die oben p. 190. angeführten Versuche von Magendie, Delille und Emmert beweisen auch, dass die Aufnahme des Giftes in die Blutmasse durch Resorption und Tränkung ausserordentlich schnell ist, und Emmert hat gezeigt, dass die Unterbindung der Aorta die Wirkung des in die Venen eingebrachten Giftes hemmt. Emmert fand die schnellste Wirkung der Angustura, der Upas antiar, der Blausäure 2—5 Secunden. Ueber die Schwierigkeiten der Erklärung einer so schnellen Wirkung, siehe oben p. 196.

Vor längerer Zeit habe ich selbst einige Versuche über die Wirkung der Gifte auf die Nerven angestellt; ich habe bei Kröten den Schenkelnerven blossgelegt, und alles Schenkelfleisch abpräparirt, so dass der Unterschenkel mit dem Oberschenkel nur durch den Nerven und den Knochen mit dem Rumpf in Verbindung stand. Bei diesen Kröten habe ich die präparirten Schenkel in eine Auflösung von essigsaurem Morphium und in concentrirte Auflösung von Opium getaucht, und lange in dieser Stellung erhalten. Bei diesen Thieren fand durchaus keine Narcotisation am Rumpfe statt, selbst viele Stunden nachher waren sie noch von ganz unversehrter Empfindung und Bewegung.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass die schnelle allgemeine Wirkung der örtlichen Vergiftung nicht durch die

Nerven, sondern durch das Blut geschieht, und vom Blute wieder auf alle Theile wirkt. Allein es lässt sich auch beweisen, dass die allgemeine Wirkung der Gifte erst wieder vorzugsweise durch die Centralorgane des Nervensystems bedingt ist, welche das vergiftete Blut narkotisirt. Denn

1. nach einem durch Vergiftung herbeigeführten Tod äussern die Nerven und Muskeln noch eine geraume Zeit hindurch Reizbarkeit.

2. Wird einem Thiere, nachdem man die nach einer Extremität führende Arterie unterbunden hat, ein Gift beigebracht, welches Zuckungen erregt, so bemerkt man, dass diese Operation jenen Theil vor Theilnahme an der allgemeinen Wirkung des Giftes nicht sichert. Lund *Vivis. p.* 109. Dass das Herz nicht durch Lähmung desselben, die Wilson bei Behandlung mit Tabacksinfusion und Tinct. Opii bei Fröschen sah, die Ursache der allgemeinen Wirkung des Giftes ist, beweist, wie Lund bemerkt, der Umstand, dass Frösche die Ausschneidung des Herzens viele Stunden überleben. Auch die Lungen sind nicht die Ursache, denn künstliche Respiration vermag die Thiere nicht zu retten. Man muss daher annehmen, dass das Gehirn und Rückenmark auf dem Wege der Circulation durch das Schlangengift und alle starke Narcotica zuerst und also die Hauptquellen des Nervenlebens angegriffen werden. Durchschneidet man bei einem Thiere, das durch Opium, Strychnin, Upas, Angustura vergiftet ist, die Nerven einer Extremität, so hören die Zuckungen derselben auf; eben so nach Vernichtung eines Theils vom Rückenmark die Zuckungen derjenigen Theile, deren Nerven von der vernichteten Stelle abgehen. Das Opium und das Schlangengift scheinen Gehirn und Rückenmark in gleichem Grade zu afficiren; Strychnin und die verwandten Gifte, Angustura, wirken in noch höherem Grade auf das Rückenmark; denn Starrkrampf und Lähmung sind die Hauptsymptome, und diese dauern noch fort nach der Durchschneidung des Rückenmarks, in den unter dem Schnitte gelegenen Theilen, wie Backer gezeigt hat, während doch die Krämpfe sonst durch Zerschneidung der Nerven aufhören. Auch bleiben die Zuckungen im ganzen Körper bei der Vergiftung mit Angustura, wenn das Gehirn abgeschnitten wird; am Kopfe äussern sich die Zuckungen in den Ohren. Ich habe einen Versuch bei Fröschen angestellt, der wiederholt dieselben Resultate giebt und sehr instructiv ist. An einem Beine durchschnitt ich alle Gefässe und Muskeln des Oberschenkels, präparirte sie am Oberschenkel ab, liess aber den Nerven unversehrt. Nun vergiftete ich den Frosch mit Nux vomica. In dem gesunden Bein war die Reizbarkeit viel schneller erloschen, bald trat die gewöhnliche Folge der narkotischen Vergiftung bei Fröschen ein, dass, wenn man sie auch nur leise berührt, doch der ganze Frosch zuckt. Nachdem alle diese Zuckungen am ganzen Frosch aufgehört, zuckten immer noch die Wadenmuskeln des präparirten Beins, sobald ich den Frosch an irgend einer Stelle des Körpers berührte; dasjenige Bein, welches kein Blut mehr erhielt, behielt also seine Reizbarkeit für die vom Rückenmark ausgehenden

Reize viel länger als das andere Bein, dessen Nerven und Muskeln durch das Blut dem Gifte selbst ausgesetzt wurden. Man geht also zu weit, wenn man behauptet, die Gifte wirken nur auf die Centraltheile; sie wirken auch durch den Kreislauf auf die Nerven selbst. Die Vergiftungszufälle vom Rückenmark aus sind erst Zuckungen, dann Lähmung; die Vergiftungszufälle der Nerven selbst sind keine Zuckungen, sondern Vernichtung der Reizbarkeit. Ein Bein vom Frosche, das vor der Vergiftung so präparirt worden, erhält auch seine Reizbarkeit länger als das andere, dem das Gift durch den Kreislauf zugeführt werden kann. Vergl. Lund *Vivis.* 112. Backer *commentatio ad quaest. physiol. Traject. ad Rhen.* 1830. Stannius in Mueller's *Archiv.* 1837. 223.

2. *Oertliche Wirkung der narkotischen Gifte auf die Nerven.*

So gewiss es ist, dass die allgemeinen Wirkungen der örtlichen Vergiftung durch das Blut bedingt sind, so wenig lässt sich die örtliche Vergiftung der Nerven selbst läugnen, und diess ist gerade der Punkt, über den fast alle neue Experimentatoren hinweggegangen sind.

A. v. Humboldt, Wilson, Brodie haben gezeigt, dass Opiumtinctur und Tabacksinfusum die Kraft des Herzens lähmen. Humboldt sah die Herzschläge zuerst sehr schnell werden und dann ganz aufhören, wobei die Vermehrung der Schläge vielleicht auf Rechnung der Tinctur kommt.

Die offenbarste örtliche Nervenlähmung durch ein narkotisches Gift ist die Erweiterung der Pupille und Lähmung der Iris durch Application eines Tropfens einer Auflösung des Belladonnaextractes. Hier dringt das narkotische Gift durch Tränkung bis zu den Ciliarnerven, die sich in der Iris verbreiten und zur Iris selbst. Dass die Wirkung rein örtlich ist, dass die Aufnahme ins Blut auch nicht den geringsten Antheil hat, sieht man daran, dass die Iris des gesunden Auges nicht zugleich erweitert wird. Bekannt sind aber auch die örtlichen narkotischen Wirkungen des Opiums, des Morphiums bei Einreibungen, wo man starke Localwirkung ohne auffallend allgemeine Wirkung erzeugen will. Um diese örtliche Wirkung ausser Zweifel zu setzen, präparirte ich bei einem Frosche den Schenkelnerven weit heraus, und legte ihn in eine Auflösung von essigsaurem Morphium, nach einiger Zeit hatte das Ende des Nerven ganz seine Irritationsfähigkeit verloren. Dasselbe erfolgte, wenn ich Muskeln in Opiumauflösung tauchte, wie auch A. v. Humboldt bereits gezeigt hatte. Bei Kröten, an denen die Nerven so präparirt waren, dass die Unterschenkel nur durch den Schenkelnerven mit dem Rumpfe zusammenhingen, tauchte ich diesen Unterschenkel mit dem Schenkelnerven in eine starke wässrige Auflösung von Opium; nach kurzer Zeit war alle Irritationsfähigkeit an Nerven und Muskeln für den galvanischen und mechanischen Reiz verloren.

Aus allen diesen Beobachtungen ist die örtliche Wirkung der narkotischen Gifte auf die Nerven unzweifelhaft. Wir müssen jetzt zu bestimmen suchen, ob sich diese Art der Vergiftung weiter verbreitet als über die unmittelbar afficirten Nerven und

Muskeln. Ich habe directe Versuche angestellt, welche beweisen, dass die örtliche Narcotisation der ganz entblössten und frei präparirten Nerven nicht schnell sich verbreitet, sondern auf den Ort der Narcotisation beschränkt bleibt.

1. Für's Erste werden die Unterschenkelmuskeln und ihre Nerven nicht mit narkotisirt, wenn der Hauptschenkelnerve selbst durch Eintauchen in essigsaures Morphium oder Opiumauflösung narkotisirt war. Der mechanische und galvanische Reiz bewirken dann an dem obern Ende des Nerven keine Zuckungen der Muskeln mehr, wohl aber, wenn sie auf die unteren Theile des Nerven und die Unterschenkelmuskeln applicirt wurden. *Die narkotische Wirkung wirkt also vom Nervenstamm nicht auf die Aeste.*

2. Die narkotische Wirkung auf einer Stelle des Nerven wirkt auch nicht rückwärts auf das Gehirn. Ich habe schon die hierher gehörigen Versuche von Kröten erwähnt, deren Schenkelnerven ich durch Narcotisation alle Reizbarkeit genommen hatte, ohne dass diess auf die übrigen Theile des Rumpfes zurückwirkte. Dass aber allmälig eine Rückwirkung erfolge, machen andere Beobachtungen wahrscheinlich; denn durch jede örtliche Erschöpfung der Nervenkraft durch Entzündung, Brand entsteht allmälig Erschöpfung der allgemeinen Nervenkräfte. Hier lernen wir nun einen wichtigen Unterschied in der Wirkung der Einflüsse auf das Nervensystem kennen. Denn

a. die Reize, welche Nervenerscheinungen bewirken durch Reizen der Nervenkraft, wirken augenblicklich in der ganzen Länge der Nerven durch alle Fasern, die irgendwo gereizt worden sind. Die Zuckung erfolgt auf der Stelle in der Entfernung an den entsprechenden Muskeln, wenn die Nervenfaser irgendwo in ihrer Länge vom Stamme bis zum Muskel gereizt wird, und eben so schnell erfolgt die Empfindung.

b. Die Einflüsse, welche die Summe der vorhandenen Kraft verändern, nämlich erschöpfen, wirken nicht von dem örtlichen Theile schnell und unmittelbar auch in der Richtung der Nervenfasern, sondern allmälig, indem sich die Kräfte der gesunden und kranken Theile der Nerven in Gleichgewicht setzen, und der örtliche Zustand allgemeine Symptome erregt.

So bewirkt die Erblindung eines Auges zuletzt allmälig Atrophie des Sehnerven, welche eben so nach Atrophie eines Thalamus n. optici erfolgt. So schreitet die Tabes dorsalis von unten nach oben fort. So entsteht nach heftiger Verletzung einzelner Nerven Veränderung des ganzen Rückenmarkes, Tetanus.

III. Ueber die Abhängigkeit der Nerven vom Gehirn und Rückenmarke.

In wiefern zur Erhaltung der Reizbarkeit der Nerven ihre dauernde Communication mit dem Gehirn und Rückenmarke nothwendig sey, und ob die Muskeln ohne die Communication ihrer Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems ihre Reizbarkeit zu erhalten vermögen, diese Frage konnte man sich bisher nicht mit Sicherheit beantworten, ja sie ist kaum einige Mal be-

rührt worden. Man weiss zwar, dass die Nerven nach der Durchschneidung noch eine Zeitlang in dem dem Einfluss des Gehirns und Rückenmarks entzogenen Stücke ihre Reizbarkeit behalten, d. h. fähig sind, auf Reize, die auf sie angewandt werden, Zukkungen der Muskeln zu bewirken; allein eine ganz andere Frage ist, ob die Nerven fähig sind, die Reizbarkeit für immer unabhängig von den Centraltheilen zu behalten. Nysten hatte behauptet, dass die Muskeln von kurze Zeit nach einem apoplektischen Anfalle Verstorbenen trotz der Hirnlähmung auf galvanischen Reiz sich zusammenzögen. Nysten *recherches de physiol. et de chim. pathol.* Ich hatte jedoch gute Gründe, zu glauben, dass die Nerven nur kurz nachher noch ihre Kraft besässen, diese aber nach einem längeren Zeitraume vollkommen untergehe, so dass es scheinen sollte, als kämen den Nerven nur unter dem steten und unversehrten Einfluss des Gehirns eigenthümliche Kräfte zu. Denn einmal hatte ich bei Versuchen über Wiedererzeugung des Nervengewebes an einem Kaninchen die Beobachtung gemacht, dass der untere Theil des N. ischiadicus, den ich einige Monate vorher durchschnitten hatte, fast alle Kraft, auf Reize zu reagiren, verloren hatte, und Fowler hatte schon eine ähnliche Beobachtung gemacht. Ueber diesen Gegenstand habe ich hernach mit Dr. Sticker neue Versuche angestellt, welche jene Vermuthung vollkommen bestätigt haben. Siehe Sticker in Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol. B.* 1.

Zwei Monate und drei Wochen nach der Durchschneidung des N. ischiadicus geschah der Versuch an dem ersten Kaninchen. Sobald der Nerve in seinem Verlaufe zwischen dem Musc. biceps und semitendinosus blossgelegt war, zeigte sich wider Erwarten und zu grossem Leidwesen, dass die Continuität der Nerven sich wieder hergestellt hatte. Der Nerve wurde sofort von neuem unterhalb der Narbe durchschnitten (wobei, was merkwürdig ist, zwar nicht die mindesten Zuckungen wahrgenommen wurden, das Thier aber laut aufschrie), und der untere Theil desselben durch Galvanismus in der Form eines einfachen Plattenpaares, dann auch durch Einschneiden und gewaltsame Zerrung auf die verschiedenartigste Weise gereizt; allein es trat keine Spur von Zuckung ein.

Bei dem Hunde waren zwei Monate und vierzehn Tage nach der Durchschneidung des Nerven verflossen; auch hier hatten sich die Enden wieder verbunden. Die Untersuchung geschah ganz auf dieselbe Weise wie bei dem Kaninchen, und ergab auch für den Nerven ganz dasselbe Resultat, d. i. alle Reactionsfähigkeit desselben war erloschen; indessen zeigten die Muskeln immer noch eine leise Spur von Zusammenziehung, wenn man die Reize auf sie selbst applicirte; allein gleich nach dem Tode war auch diese völlig verschwunden, während in dem Unterschenkel der andern Seite noch die kräftigsten Zuckungen hervorgerufen werden konnten.

Fünf Wochen nach Durchschneidung des Nerven wurde das zweite Kaninchen vorgenommen, und nach einem so kurzen Zeitraume musste man auf diese Untersuchung sehr gespannt seyn.

Hier fehlte die Zwischensubstanz zwischen den Enden der durchschnittenen Nerven; beide waren etwas angeschwollen und hingen mit dem anliegenden Zellgewebe zusammen. Es war jedoch hier ein Stück von etwa 8 Linien ausgeschnitten worden, während bei den anderen Versuchen dasselbe nur ungefähr 4 Linien betragen hatte. Auf keine Weise, weder auf mechanische, noch chemische — durch Kali causticum — noch auch durch Galvanismus war es möglich, durch die Nerven Zusammenziehung der Muskeln zu erzeugen; eben so wenig gelang es bei diesem sonst sehr lebenskräftigen Kaninchen, auch durch directe Insultation der Muskeln Zuckungen hervorzubringen. Aehnliche bestätigende Versuche sind von Steinruek (*de nerv. regenerat. Berol.* 1838), Valentin (*de funct. nerv. cerebr.*), Marshall Hall (Muell. *Arch.* 1839. 200.), Guenther und Schoen (Muell. *Arch.* 1840. 270.) angestellt. Die Letzteren sahen die Reizbarkeit der Nerven schon nach 8 Tagen erloschen. Die Trennung des Gehirns vom Rückenmark hebt nach Marshall Hall die Reizbarkeit der Spinalnerven nicht auf.

Unsere Versuche erweisen jedenfalls, dass die Kräfte der Nerven, die Muskeln zu Bewegungen zu veranlassen, so wie die Reizbarkeit der Muskeln selbst, nach gänzlicher Aufhebung der Communication der Nerven mit den Centraltheilen allmälig verloren gehen. Sie würden indess noch ein entscheidenderes Resultat geliefert haben, wenn man zur Prüfung der Reizbarkeit der Nerven und Muskeln nicht bloss ein einfaches Plattenpaar, sondern eine kleine galvanische Säule angewendet hätte. Nur dadurch hätte sich mit Bestimmtheit unterscheiden lassen, ob alle Kraft in den Muskeln in zweien der Fälle erloschen war.

In der That erhält sich die Reizbarkeit der Muskeln nach den Versuchen von Reid, Stannius, Longet in geringerem Grade längere Zeit, nach dem die Nerven alle Reizbarkeit verloren haben, wie wir es selbst in einem der vorher berichteten Fälle beobachtet haben. Reid *Edinb. monthly Journ. of med. sc.* 1841. *Mai.* Stannius *Fror. not.* 1841. *N.* 418. Longet *anat. et physiol. du syst. nerv. Paris* 1842. Das Erlöschen der Reizbarkeit in den Muskeln ist nach Valentin von einer Structurveränderung der Primitivfasern begleitet. Nach Reid hängt es von der mangelhaften Ernährung der Muskeln nach Durchschneidung ihrer Nerven ab. Die Muskeln der gelähmten Seite waren bei einem Kaninchen 6 Wochen nach der Durchschneidung des Nerven fast um die Hälfte leichter als die der gesunden Seite.

III. Capitel. Von dem wirksamen Princip der Nerven.

Die Alten hatten weder von der Natur noch von den Gesetzen der Wirkung des Nervenprincips bestimmte Vorstellungen. Das wirksame Princip in den Nerven nannten sie Nervengeister; sie liessen sie von dem Gehirn ausgehen und die anatomische Verbreitung verfolgend, die organisirten Theile beseelen. Nach-

dem man die Wirkungen und Leitungsgesetze der Elektricität durch Reibung näher untersucht, fanden sich viele Aerzte in ihren Vorstellungen von der Action der Nerven durch Vergleichung der Nerven mit elektrischen Apparaten erleichtert. Aber erst durch die Entdeckung des Galvanismus ist man auf eine exacte Untersuchung dieser und ähnlicher Hypothesen geführt worden.

Nach der Entdeckung des Galvanismus waren viele Naturforscher geneigt, die Ursache der galvanischen Erscheinungen in einer bisher unbekannten thierischen Kraft zu suchen, wie z. B. Aldini, Galvani, von Humboldt, Fowler und Andere. Pfaff, Volta, A. Monro dagegen erklärten sich für eine von der Mitwirkung der thierischen Organe ganz unabhängige, nur durch die Wechselwirkung der Metalle und Feuchtigkeit erregte Elektricität. Volta aber bewies die elektrische Natur des hierbei wirkenden Agens zur Evidenz, und als endlich die galvanischen Erscheinungen an anderen Körpern ausser Mitwirkung thierischer Theile bekannt wurden, war an der Richtigkeit der Volta'schen Ansicht kein Zweifel mehr. Auch A. Monro war schon frühe durch seine Versuche zu der richtigen Ansicht gekommen, dass das galvanische Fluidum, welches die Nerven erregt, elektrisch sey, dass dasselbe von der Nervenkraft verschieden sey, und dass es als ein blosser Reiz für die Nervenkraft wirke, so dass die Nervenkraft die Zuckungen hervorbringe. (A. Monro's und R. Fowler's *Abhandlungen über thierische Elektricität. Leipzig* 1796.). Man hat aus den galvanischen Versuchen den Schluss gezogen, dass die Nerven eine sensible Atmosphäre um sich besitzen, weil nämlich das galvanische Agens den Zwischenraum zweier durch einen Schnitt getrennter Nervenstücke, die sich nicht berühren, überspringt. Jetzt weiss man, dass dieser Zwischenraum bloss durch einen Leiter von Wasserdampf ausgefüllt wird, und was man damals für die sensible Atmosphäre der Nerven halten konnte, kann heutzutage nur als Leitungsfähigkeit der Elektricität vermittelst gasförmiger Ausdünstungen betrachtet werden. Gerade hier verhalten sich Elektricität und Nervenkraft durchaus verschieden, denn die Nervenkraft wirkt durch einen unterbundenen oder durchschnittenen Nervenast nicht mehr hindurch, wohl aber sind durchschnittene oder unterbundene Nerven, wenn die Stelle zwischen zwei Armaturen liegt, der Leitung des elektrischen Fluidums so gut fähig, wie vorher.

Wilson Philip hat behauptet, ein durch die Enden des durchschnittenen N. vagus zum Magen eines lebenden Säugethiers geleiteter galvanischer Strom könne auf ähnliche Weise die Verdauung befördern, als die Magennerven selbst. Wenn diess richtig wäre, so wäre es kein Beweis für die Aehnlichkeit des Nervenprincips und der Elektricität; denn das vom Gehirn abgewendete Stück eines durchschnittenen Nerven behält noch einige Zeit die Fähigkeit, auf Reizung in einigem Grade seine gewöhnlichen Functionen auszuüben. Ferner haben Wiederholungen der Versuche von Philip nicht durchaus dasselbe Resultat gehabt; wir haben sie mit Dr. Dieckhoff an einer ganzen Reihe

von Thieren wiederholt und gar keinen Unterschied bei Thieren mit durchschnittenem Vagus, mit und ohne Anwendung der Elektricität, bemerkt.

Das Neurilem ist ein vortrefflicher Leiter des Galvanismus, und die Nerven sind nicht einmal bessere Leiter der Elektricität als andere nasse thierische Theile; denn der galvanische Strom folgt nicht nothwendig der Verzweigung der Nerven, sondern nur das Nervenprincip folgt dieser Verzweigung. Der galvanische Strom springt aber eben so leicht auf nahe thierische Theile über, wenn diese ihm einen kürzern Weg von Nerven zum andern Pol darbieten. Vergl. Bischoff in Mueller's *Arch.* 1841. 20.

Man erkennt die Elektricität an den Körpern, welche sie isoliren und welche sie leiten; diess sind die sicheren Merkmale derselben.

Wenn man einen Nerven mit beiden Polen armirt, oder einen galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt, so zuckt sein Muskel, nicht weil der Galvanismus bis zum Muskel wirkt, sondern weil durch den queren Strom durch die Dicke des Nerven die motorische Kraft des Nerven erregt wird, welche nur nach der Richtung der Verzweigung wirkt, gerade so, wie wenn man durch Brennen, mechanische Zerrung oder durch Kali causticum auf den Nerven wirkt und dadurch Zukkung erregt.

Wenn man aber nicht den Nerven selbst durch beide Pole, sondern mit dem einen Pol den Muskel, mit dem andern den Nerven armirt, so entsteht nicht bloss ein galvanischer Strom durch die Dicke des Nerven, sondern zwischen beiden Polen von dem Nerven bis zum Muskel, und es ist gerade so gut, als wenn der Muskel selbst galvanisirt würde. In diesem Falle reizt man die Nervenkraft in jedem Punkte des Nerven bis zum Muskel.

Daher entstehen auch keine Zuckungen, wenn ein gequetschter oder unterbundener Nerve über der gequetschten oder unterbundenen Stelle mit beiden Polen armirt wird. Hier geht zwar der Galvanismus durch die Dicke des Nerven, wie im ersten Falle, aber die Nervenkraft wirkt nicht mehr durch die gequetschte oder unterbundene Stelle hindurch.

Dennoch ist der gequetschte und unterbundene Nerve vollkommen leitungsfähig für den Galvanismus, und sobald nur die Armaturen über und unter der verletzten Stelle angebracht werden, geht der galvanische Strom durch diese Stelle hindurch und es erfolgt eine Zuckung, weil der noch gesunde Nerve zwischen Muskel und der verletzten Stelle erregt wird.

Die Nerven bleiben auch im gänzlich mortificirten Zustande, wie alle nassen thierischen Theile, Leiter des Galvanismus, während sie die Fähigkeit, Contractionen der Muskeln zu verursachen, verloren haben.

Indessen würden auch diese Unterschiede bei der Hypothese von der Identität der Elektricität und Nervenkraft erklärbar seyn, wenn man, wie Fechner (Biot's *Experimentalphysik. Bd. III.*), die Nervenfäden als von isolirenden Hüllen umgeben ansieht. In

der That ist der centrale Faden der Nervenröhren von einer fettigen Substanz, dem Nervenmark zwischen Röhre und Faden umgeben, welche, wie alles Fett, isolirend für die Elektricität ist, während die Röhre selbst im feuchten Zustande Leiter der Elektricität ist. Die in den Nervenfäden wirksame thierische Elektricität kann also verhindert seyn, auf andere Fäden überzuspringen, während die von aussen zugeführte Elektricität sehr wohl durch die Membran der feuchten Röhren und durch feuchte Ligaturen geleitet werden kann. Auch lässt sich dem Einwurf begegnen, dass dann auch die von aussen zugeführte Elektricität den Oberflächen der Röhren folgend das isolirende Nervenmark nicht zu durchdringen und auf die Centralfäden nicht zu wirken vermöchte, wie es doch geschieht. Denn elektrische Ströme, welche durch Isolatoren von Leitern abgehalten sind, bewirken gleichwohl Ströme in diesen durch Induction. Der inducirte Strom ist dem inducirenden bei der Schliessung entgegen gesetzt, bei der Trennung gleich.

Durch die Entdeckung des Elektro-Magnetismus hat man die feinsten galvanometrischen Instrumente kennen gelernt. Vavasseur und Beraudi (*Annali universali di med. Maggio* 1829. Froriep's *Not. Nr.* 538.) wollen die Beobachtung gemacht haben, dass Nadeln, welche man in die Nerven eines lebenden Thieres sticht, magnetisch werden und Eisenfeile anziehen. Mir hat dies nie gelingen wollen.

Dagegen wird die Nadel eines sehr empfindlichen Galvanometers durch Froschschenkelpräparate afficirt, wie die Versuche von Nobili und Matteuci zeigen. Zu diesem Zweck wird ein Frosch so verschnitten, dass nichts als das untere Stück der Wirbelsäule und die Hinterbeine übrig sind und das erstere mit den letztern bloss durch die Nerven zusammenhängt. Wird nun das erstere Stück mit einem Theil der Nerven in ein Gefäss mit Kochsalzlösung, die Beine in ein zweites mit derselben Lösung getaucht, und werden die Drathenden eines Galvanometers mit den Lösungen in Verbindung gebracht, so erfolgt eine Ablenkung der Magnetnadel von einigen Graden, welche immer einen Strom von den Füssen nach dem Kopfe anzeigt. Matteuci *essai sur les phenomènes electriques des animaux. Paris* 1840.

Neuerlich hat Matteuci die wichtige Thatsache entdeckt, dass, wenn das Innere eines Muskelstücks eines Frosches oder warmblütigen Thieres und die äussere Oberfläche des Muskels durch einen Communicationsbogen verbunden werden, ein Strom vom Innern des Muskels nach der Oberfläche entsteht, der durch das im Communicationsbogen befindliche Galvanometer angezeigt wird. Die Wirkung lässt sich verstärken durch eine Kette von mehreren Muskelstücken, so dass die innere Oberfläche eines Stückes immer mit der äussern des folgenden Stückes in Verbindung steht. Auch ein Froschschenkelpräparat zeigt den Strom durch Zuckung an, wenn es die Verbindung zwischen dem Innern und Aeussern eines Muskels an einem lebenden Thiere bewirkt. Matteuci beobachtete ferner, dass wenn an einem Froschschenkelpräparat der Nerve galvanisirt oder mechanisch gereizt

wird, ein den Muskel berührender Nerve eines zweiten Froschschenkelpräparates in Affection gezogen wird und zugleich Zukkung in dem zweiten Präparat entsteht. *Ann. d. chim. phys.* 3. *Série. t. VI.* Matteuci *traité des phénomènes électro-physiologiques. Paris* 1844.

Du Bois-Reymond hat durch noch weiter gediehene feine und sichere Beobachtungen die allgemeinen Principien gefunden, aus denen alle hierher gehörigen Thatsachen als besondere Fälle abzuleiten sind. Ein durch das Galvanometer nachweisbarer Strom entsteht, wenn der künstliche Querschnitt eines Muskels mit seiner Oberfläche, d. h. seinem Längsschnitt, durch einen Bogen in leitende Verbindung gesetzt wird. Dem Querschnitt des Muskels gleich wirkt die Sehne des Muskels, welche als Ueberzug des natürlichen Querschnitts der Muskelbündel zu betrachten ist. Jedes ausgeschnittene Muskelbündel oder Stück eines Muskelbündels reicht zur Entwickelung des Stromes hin, wenn sein Querschnitt mit seiner Oberfläche durch einen leitenden Bogen verbunden wird. Aber auch ein Stück Nerve wirkt nach demselben Gesetz wie ein Stück Muskelfleisch oder Muskelbündel. Berührt der leitende Bogen zwei Punkte der Aussenfläche des Nerven, oder seine beiden Stümpfe, so wird kein Strom bemerkbar, derselbe tritt sogleich hervor und zwar in gleicher Richtung wie im Muskel, wenn der Bogen einen Punkt der Aussenfläche des Nerven mit einem Punkte seines Querschnitts in Verbindung setzt. Die Erscheinungen hören auf, sobald in den thierischen Theilen Zersetzung eingetreten ist, sie zeigen sich z. B. nie an gekochten Muskeln. Poggend. *Ann. Bd. LVIII. Nr.* 1.

Aus diesen Thatsachen ergiebt sich, dass die Röhren der Muskelbündel und der Nervenfäden gegen den Inhalt derselben sich in einer elektrischen Spannung oder Polarität befinden, und dass diese Spannung an ihre lebendige Integrität gebunden ist, mit dem Erlöschen des Lebens aber in ihnen ebenfalls erlischt. Da die polarisirten Theile an einem Muskel schon durch die Sehne vom Querschnitt zur Oberfläche in leitende Verbindung gesetzt, so muss in den Muskeln auch ein beständiger elektrischer Strom stattfinden, den man eben den Muskelstrom nennt.

Dieser Strom wird durch die Contraction des Muskels selbst unterbrochen. Matteuci hat sein Aufhören beim Tetanus, du Bois seine Schwächung oder Unterbrechung bei jeder Zuckung des Muskels beobachtet. Da die Contraction nicht die leitende Verbindung aufhebt, so muss die Unterbrechung von einem Aufhören der elektrischen Polarität selbst während der Contraction abhängen.

Bis so weit berechtigen die Elektricitätsphänomene an den Muskeln und Nerven noch nicht zu einer Identificirung des Nervenprincips und der Elektricität. Mehr scheint hierfür der Versuch Matteuci's zu sprechen, dass, wenn auf den Muskel A. der Nerve eines zweiten Muskelpräparates B. gelegt wird, und der Nerve des Muskels A. mechanisch oder galvanisch gereizt wird, zugleich der Muskel B. zuckt. Indessen lässt sich dieser Erfolg nach du Bois auf andere Art erklären. Da nämlich der Muskel-

strom des Muskels A. durch seine Contraction unterbrochen wird, so muss diese Unterbrechung eine Gleichgewichtsstörung in dem zweiten berührenden Nerven und daher Contraction des Muskels B. hervorrufen.

Wir müssen daher anerkennen, dass die Identität des Nervenprincips und der Elektricität nichts weniger als erwiesen ist. Aber wir dürfen auch nicht weiter gehen. Ein tieferer noch unbekannter Zusammenhang dieser Erscheinungen in analoger Art, wie zwischen Elektricität und Magnetismus, kann immer stattfinden. Nur verbietet der methodische Gang der Wissenschaft eine noch nicht begründete Vermuthung als Basis für wissenschaftliche Systeme zu benutzen.

Ueber die Natur des Nervenprincips ist man eben so ungewiss, wie über das Licht und die Elektricität. Aber die Eigenschaften und Bewegungserscheinungen dieser Principien lassen sich gleichwohl mit Erfolg studiren. Bei allen wiederholt sich die Frage, ob ihre Wirkungen durch ortsverändernde Strömungen einer imponderablen Materie entstehen, oder ob sie durch mechanischen Impuls, nämlich durch Undulationen eines Fluidums, wie nach der Undulationstheorie bei dem Licht angenommen wird, erfolgen; welche Annahme in Hinsicht des Nervenprincips hier die richtige sei, ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervensystems gleichgültig, gleichwie die Gesetze der Mechanik des Lichtes durch die Annahme der einen oder der andern dieser Theorien nicht abgeändert werden können.

II. Abschnitt. Von den Empfindungs- und Bewegungsnerven.

I. Capitel. Von den sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven.

(Nach J. Mueller, Froriep's *Not. No.* 646. 647. *Annales des sciences naturelles.* 1831.)

Die Thatsache, dass dieselben Nerven am Rumpfe der Empfindung und der Bewegung zugleich vorstehen, und dass die eine dieser Funktionen in einem Nerven zuweilen durch Lähmung aufgehoben wird, während die andere fortdauert, ist eines der wichtigsten Probleme der Physiologie. Charles Bell hatte zuerst den ingeniösen Gedanken, dass die hinteren, mit einem Ganglion versehenen Wurzeln der Spinalnerven der Empfindung allein, die vorderen Wurzeln der Bewegung vorstehen, und dass

die Primitivfäden dieser Wurzeln nach der Vereinigung zu einem Nervenstamm für das Bedürfniss der Haut und der Muskeln gemischt werden. Diese Idee hatte er in einer nur für den Kreis seiner Freunde bestimmten Abhandlung, *an idea of a new anatomy of the brain submitted for the observation of the authors friends,* 1811, entwickelt. Eilf Jahre später trat Magendie mit derselben Theorie auf. Allein Magendie hat das Verdienst, diesen Gegenstand hinsichts der Rückenmarksnerven in die Experimentalphysiologie eingeführt zu haben. Magendie behauptete aus seinen Versuchen, dass nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln nur die Empfindung, nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln die Bewegung in den entsprechenden Theilen aufhöre. Seine Resultate waren nur approximativ. Nach ihm sollten die hinteren Stränge des Rückenmarks und die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven vorzugsweise der Empfindung, die vorderen vorzugsweise der Bewegung vorstehen, obgleich nicht ganz ohne Empfindung sein. So fand er auch, dass die Application des Galvanismus auf die vom Rückenmark abgeschnittenen hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven auch noch, aber nur schwache Contractionen der Muskeln errege, während dieser Reiz auf die vorderen Wurzeln angewandt, heftige Zusammenziehungen bewirke. *J. d. physiol.* 2. 276. Vergl. Desmoulins et Magendie *Anatomie et physiologie des systèmes nerveux. Paris* 1825. *p.* 777. Diese Versuche sind bei höheren Thieren die grausamsten, welche man erdenken kann. Die ungeheure Verwundung zur Eröffnung des Rückgrats in einer so grossen Strecke, um die Wurzeln aller Nerven, die zu den hinteren Extremitäten gehen, zu durchschneiden, ist an sich schon schnell lebensgefährlich, mit enormer Blutung verbunden, und der Tod des Thieres erfolgt unausbleiblich in kurzer Zeit, ehe man zu überzeugenden Resultaten gelangt ist. Welch grosses Erstaunen daher auch Bell's Theorem wiederum in den Versuchen von Magendie billig erregte, so blieb doch die gehörige Bestätigung dieser Versuche aus. Nur Béclard hat, aber auf eine zu oberflächliche und ungenügende Art, diese wichtige Frage bejahend entschieden, indem er sagt: *Les experiences de Mr.* Ch. Bell, *Celles de Mr.* Magendie *et les miennes propres ont clairement démontré, que la racine postérieure des nerfs spinaux est sensoriale et la racine antérieure motrice. Elém. d'anat. géner. Paris* 1823. *p.* 668. Fodéra's Versuche waren mit so widersprechenden Symptomen begleitet, dass es unbegreiflich ist, wie er seine Versuche für eine Bestätigung von Magendie's Beobachtungen ausgeben konnte. Bellingeri erhielt ganz verschiedene Resultate, und schloss aus seinen Versuchen, dass die innere graue Substanz des Rückenmarks der Empfindung, die weisse faserige der Bewegung vorstehe, dass die vorderen Stränge des Rückenmarks und die vorderen Wurzeln der Flexion, die hinteren der Extension der Muskeln bestimmt seien. In Deutschland sind diese Versuche mit Sorgfalt an vielen Thieren von Schoeps wiederholt worden. S. Meckel's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1827. Allein die Resultate sind ganz zweifelhaft und schwankend ausgefallen. Auch ich hatte schon im Jahre 1824 diesen Versuch

ohne Resultat bei meinem Aufenthalte zu Berlin vorgenommen Neuerdings beschäftigt mit Untersuchungen über das Nervensystem, trieb mich die Begierde nach Wahrheit an, eine Reihe neuer Versuche nach einem veränderten Plane an Kaninchen anzustellen. Denn dass die bisherige Art der Versuche trügerisch ist, beweist der Umstand, dass viele Thiere, vorzüglich Kaninchen, durch die ersten Handgriffe des Experiments erschreckt und eingeschüchtert, ohne dass man bedeutende Verletzungen irgend einer Art vorgenommen hat, selbst bei den heftigsten Hautreizen, nicht einmal beim Zerquetschen und Zerschneiden der Haut irgend eine Schmerzensäusserung von sich geben. Wie kann man daher in der kurzen Zeit, wo ein Thier nach der Oeffnung des Rückgrats noch lebt, zuverlässig entscheiden, ob das Thier noch Empfindung hat oder nicht?

Man weiss, dass die geringste Zerrung eines angespannten Muskelnerven mit einer Nadel Zuckungen in den entsprechenden Muskeln erregt. Sind nun die hinteren Wurzeln der Spinalnerven bloss empfindend und nicht bewegend, so müssen sie beim Zerren mit der Nadel keine Zuckungen, die vorderen Wurzeln aber beim Zerren wirkliches Zucken bewirken; um die kleinsten Zuckungen zu bemerken, legte ich die Muskeln der hinteren Extremitäten bloss. Diese mehrfach wiederholten Experimente blieben, wenn man gewissenhaft sein wollte, ohne Resultat, weil durch die mit der Oeffnung des Rückgrats verbundenen Erschütterungen schon kleine Erzitterungen in den Muskeln eingetreten waren, welche alles fernere Experimentiren unzuverlässig machten. Dagegen gelangen mir diese Versuche an Fröschen auf das vollkommenste.

Zur Oeffnung des Rückgrats bediene ich mich einer an der Seite und an der Spitze scharf schneidenden Knochenzange. Diese Operation ist in einigen Minuten ohne alle Verletzung des Rükkenmarks vollbracht. Die Frösche sind darauf ganz munter und hüpfen wie vorher herum. Man sieht nach Oeffnung des Rückgrats und der Häute sogleich die dicken hinteren Wurzeln der Nerven für die unteren Extremitäten. Man hebe die Wurzeln vorsichtig mit einer Staarnadel auf, ohne Etwas von den vorderen Wurzeln mit zu fassen, und schneide sie an der Insertion am Rückenmarke ab. Nun fasst man das abgeschnittene Ende mit der Pincette und zerrt die Wurzel selbst wiederholt mit der Spitze der Staarnadel. Man wird sich bei jedem Versuch dieser Art überzeugen, dass *auf die mechanische Reizung der hinteren Wurzeln niemals auch nur die entfernteste Spur einer Zuckung in den hinteren Extremitäten erfolgt.* Dasselbe kann man an den sehr dicken hinteren Wurzeln der Nerven für die vorderen Extremitäten mit demselben Erfolge wiederholen.

Nun hebe man eine der vorderen eben so dicken Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine mit der Nadel aus dem Kanal des Rückgrats hervor. Schon bei der leisesten Berührung dieser Wurzeln erfolgen sogleich die allerlebhaftesten Zuckungen in der ganzen hintern Extremität. Man schneide auch diese Wurzeln vom Rückenmark dicht ab, fasse das abgeschnittene Ende mit der

Pincette und zerre die angespannte Wurzel mit der Nadelspitze. Bei jeder Reizung erfolgen die lebhaftesten Zuckungen.

Durch Wiederholung dieser Versuche an einer grossen Zahl von Fröschen kann man sich überzeugen, dass es durchaus unmöglich ist, durch die hinteren Wurzeln der Spinalnerven bei Fröschen Zuckungen zu bewirken, dass dagegen die geringsten Reize auf die vorderen Wurzeln sogleich das Spiel der heftigsten Zuckungen bewirken.

So lange beiderlei Wurzeln noch mit dem Rückenmark verbunden sind, kann man durch zerrendes Aufheben der hinteren Wurzeln und die dadurch bewirkte Zerrung am Rückenmark selbst auch Zuckungen in den Hinterbeinen bewirken. Diese entstehen aber nicht durch die hinteren Wurzeln selbst, sondern durch das zugleich gezerrte Rückenmark, dessen Reizung durch die vorderen oder motorischen Wurzeln auf die Muskeln wirkt. Wenn daher vorher die vorderen Wurzeln durchschnitten worden, so kann die Zerrung des Rückenmarks oder der hinteren, noch mit dem Rüekenmark zusammenhängenden Wurzeln auf keine Art die geringste Spur einer Zuckung erregen.

Eben so entscheidend sind die Versuche mit Anwendung des Galvanismus durch einfache Zink- und Kupferplatten.

Die Reizung der abgeschnittenen vorderen Wurzeln durch den Galvanismus bewirkt sogleich die heftigsten Zuckungen; die galvanische Reizung der hinteren Wurzeln bewirkt niemals eine Spur von Zuckung. Ich hatte erwartet, wenn auch die hinteren Wurzeln bloss empfindend sind, sie doch fähig wären, das galvanische Fluidum bis zu den Muskeln zu leiten, und es ist sogar unvermeidlich, dass bei heftigem galvanischen Reize einer sehr starken Säule das galvanische Fluidum durch die hinteren Wurzeln so gut, wie durch jede thierische Substanz geleitet wird (so wie es in Magendie's Versuchen erging). Allein es ist ganz gewiss, dass der galvanische Reiz eines Plattenpaares durch die hinteren Wurzeln nicht auf die Muskeln wirkt, durch die vorderen sogleich Zuckung erregt.

Wird dagegen der Bogen zwischen der hintern Wurzel und dem Stamm der Spinalnerven gebildet, so werden natürlich auch die motorischen Fasern des letztern mit irritirt und es erfolgt Zuckung.

Bei einer andern Reihe von Versuchen wendete ich einen stärkern galvanischen Reiz auf die gehörig isolirten hintern Wurzeln an, um zu sehen, wie weit man gehen könne, ohne eine Ableitung der Elektricität nach den Muskelnerven herbei zu führen. Und es gelangen die Versuche noch bei einer Säule von 34 Plattenpaaren.

Die vorzüglichsten der hier beschriebenen Versuche, nämlich die mit dem mechanischen Reiz und mit dem einfachen Plattenpaar, habe ich sowohl mit verschiedenen Gelehrten wiederholt als auch seit lange regelmässig jährlich in den Vorlesungen gezeigt, und sie haben mir immer dieselben unzweideutigen Resultate gegeben. Gleichen Erfolg hatte die Wiederholung der Versuche durch Thomson, Retzius und Stannius (Hecker's *Ann.*

Dec. 1832.) Die Versuche mit dem mechanischen Reiz haben SEUBERT (*de funct. rad. ant. et post. nerv. spin. Carlsruhe* 1833), und VAN DEEN (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834.) mit Erfolg wiederholt.

Nach LONGET gelingen die Versuche in gleicher Weise wie an Fröschen auch an Säugethieren. *Anat. et physiolog. d. syst. nerv. Paris* 1842.

Die Art, wie BELL und MAGENDIE den BELL'schen Lehrsatz zu beweisen suchten, lässt sich auch mit dem sichersten Erfolge bei Fröschen anwenden. Durchschneidet man bei demselben Frosch auf der linken Seite alle 3 hinteren Wurzeln, auf der rechten Seite alle 3 vorderen Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine, so ist an dem linken Bein die Empfindung, an dem rechten Bein die Bewegung gelähmt. Schneidet man dann am rechten Bein, welches noch Empfindung, aber keine Bewegung hat, den Fuss ab, so zeigt der Frosch den grössten Schmerz in allen Theilen des Körpers durch Bewegungen, aber das rechte Bein selbst, an dem er doch den Schmerz fühlt, kann er nicht im geringsten bewegen. Schneidet man dagegen am linken Bein, welches keine Empfindung aber noch Bewegung hat, den Fuss ab, so fühlt es der Frosch gar nicht. Dieser Versuch ist wohl der überraschendste von allen, und giebt entscheidende Resultate, nicht halben Erfolg, weil man beim Frosch gewiss ist, die Wurzeln der Nerven des Hinterbeins sämmtlich zu durchschneiden, indem es nur sehr wenige, aber dicke Wurzeln sind.

Ich bemerke noch, dass das Abschneiden der hinteren Wurzeln vom Rückenmark oft ganz deutlich mit Schmerzensäusserungen am Vordertheil des Rumpfs verbunden ist.

PANIZZA's Versuche an Fröschen und Böcken mittelst Durchschneidung der Wurzeln bestätigen ebenfalls die Richtigkeit der BELL'schen Entdeckung. *Ricerche sperimentali sopra i nervi Pavia.* 1.

II. Capitel. Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften der Gehirnnerven.

Ohne hier schon in das Detail der Physiologie der einzelnen Gehirnnerven einzugehen, untersuchen wir dieselben hier in Hinsicht ihrer Uebereinstimmung oder Verschiedenheit im Vergleich mit den Rückenmarksnerven. Die Gehirnnerven können in folgende Classen gebracht werden:

1) Reine Sinnesnerven, die Nerven der höheren Sinne, Nervus olfactorius, opticus, acusticus.

2) Gemischte Nerven mit doppelten Wurzeln. Nervus trigeminus, Nervus glossopharyngeus, Nervus vagus cum accessorio, bei mehreren Säugethieren auch Nervus hypoglossus.

3) Vorzugsweise motorische Nerven mit einfacher Wurzel, welche entweder an sich motorisch, durch Verbindung mit sensitiven Nerven Empfindungsfasern erhalten, oder wenn sie schon sensorielle Fasern in ihren Wurzeln enthalten, sich nicht auf die

doppelwurzeligen Rückenmarksnerven reduciren lassen. Nervus oculomotorius, trochlearis, abducens, facialis.

Unter diesen Nerven verdienen vorzüglich die beiden letzten Classen eine besondere Betrachtung.

Gemischte Hirnnerven mit doppelten Wurzeln.

Nervus trigeminus.

Dieser Nerve hat bekanntlich zwei Wurzeln, Portio major, welche in das Ganglion Gasseri anschwillt, und Portio minor ohne Ganglion; letztere geht an dem Ganglion vorbei zum dritten Ast. Die aus der gangliösen Portio major oder dem Ganglion Gasseri hervorgehenden Aeste des N. trigeminus, Ramus primus et secundus, sind wahrscheinlich bloss sensibel. Der dritte Ast des N. trigeminus, welcher zum Theil aus der nicht gangliösen Portio minor entspringt, und aus dem Ganglion Gasseri oder der Portio major sich verstärkt, ist motorisch und sensibel. Betrachten wir zuerst die Eigenschaften des ersten Astes, Ramus ophthalmicus. Von seinen Zweigen beurkundet sich der N. nasociliaris durch seine vorzugsweise Verbreitung in der Nase und am innern Augenwinkel, in der Conjunctiva und dem Saccus lacrymalis als sensibler Nerv. Der N. frontalis könnte dagegen für motorisch gehalten werden, weil er sich nicht allein in der Stirnhaut und der Haut des obern Augenliedes, sondern auch mit kleinen Zweigen in dem Musculus orbicularis palpebrarum, frontalis und corrugator supercilii verbreiten soll. Allein in denselben Muskeln verbreiten sich auch Zweige des N. facialis, und Ch. Bell hat wahrscheinlich gemacht, dass der N. frontalis nur sensibel ist, und der N. facialis die motorischen Zweige für jene Theile abgiebt. Bell durchschnitt bei einem Mann, der an Gesichtsschmerz litt, den N. frontalis. Diese Durchschneidung war sehr schmerzhaft. Dagegen wurde bei einem anderen Kranken der Musculus corrugator supercilii gelähmt durch eiterige Zerstörung des obern Astes vom N. facialis bei einem Geschwür vor dem äussern Ohr. Neuerlich berichtete Bell, dass er zwei oder drei Fälle von Krankheit des N. ophthalmicus beobachtet habe, wobei gänzliche Unempfindlichkeit des Auges, der Augenlieder ohne Verlust des Gesichts stattfand. Magendie's *Journal T. X. p.* 9.

Der zweite Ast des N. trigeminus ist auch ganz sensibel, und enthält, wie sich sicher beweisen lässt, durchaus keine motorischen Fasern. Mehrere Zweige desselben zeigen sich als sensibel durch ihre Verbreitung in nicht muskulöse Theile, wie der N. dentalis anterior (Ast des N. infraorbitalis) und posterior, N. vidianus, N. nasales, palatini, nasopalatinus Scarpae. Dass der N. subcutaneus malae und infraorbitalis auch sensibel sind, geht aus ihrer vorzugsweisen Verbreitung in der Haut hervor; und dass der N. infraorbitalis, der sich vielfach mit dem N. facialis verflechtet und selbst mehr durch als in die Gesichtsmuskeln verbreitet, keine motorischen Fasern enthält, kann sicher bewiesen werden. C. Bell *exposition du syst. nat. des nerfs.* 1825. Bell in Meckel's *Archiv. Bd. VIII. p.* 401. Magendie *Journal. Tom. II.*

p. 66. C. Bell *physiolog. und pathol. Untersuchungen des Nervensystems, übers. von* Romberg. *Berl.* 1832. Eschricht *de functionibus nervorum faciei et olfactus organi. Hafn.* 1825. Ger. Backer *commentatio ad quaestionem physiologicam a facultate medica acad. Rhenotraject. a* 1828. *propositam. Traject. ad Rhenum* 1830.

Bell durchschnitt bei Thieren den N. infraorbitalis auf der linken Seite, den N. facialis auf der rechten Seite des Gesichts; hierauf folgte complete Unempfindlichkeit der linken Seite, Lähmung der Bewegung auf der rechten Seite. Die Durchschneidung des N. facialis erregte Zuckungen der Gesichtsmuskeln, die des N. infraorbitalis nicht. Er durchschnitt bei einem Esel den N. infraorbitalis, bei einem andern Esel den N. facialis. Hier blieb die Sensibilität und verschwand die Muskelkraft; dort umgekehrt. Beim Esel brachte die mechanische Reizung des N. infraorbitalis heftige Schmerzen, aber keine Zuckungen hervor. Diese Versuche sind von Schoeps (Meckel's *Archiv* 1827. *p.* 409.) und mir (Froriep's *Not. Nr.* 647.) bestätigt worden. Bell hat einen pathologischen Fall beobachtet, wo ein Mann nach einer Verletzung des N. infraorbitalis die Empfindung in der Oberlippe verlor, ohne Verlust der Bewegung (Magendie *Journal de Physiol. Tom. X. p.* 8). Bell hat sich indessen darin geirrt, wenn er glaubte, dass der N. infraorbitalis doch noch zur Bewegung der Oberlippe beim Ergreifen des Futters diene. Nach der Durchschneidung des N. infraorbitalis auf beiden Seiten wollte Bell bemerkt haben, dass der Esel das Futter nicht mehr mit den Lippen fasste, sondern bloss die Lippen auf den Boden drückte, um mit der Zunge das Futter zu fassen. Auch bemerkten Bell und Schoeps, dass nach der Durchschneidung des N. facialis auf einer Seite die Lippen doch noch auf beiden Seiten ihre Beweglichkeit beim Ergreifen des Futters geäussert haben. Diess hat zuerst Mayo berichtigt. *Anatom. and physiolog. comment. Lond.* 1822. *p.* 107. Mayo durchschnitt den Ramus infraorbitalis, worauf das Thier das Futter nicht mehr mit der Lippe ergriff, und sich der Lippe nur beschwerlich beim Kauen bediente; aber es konnte die Lippe öffnen, was Bell geläugnet hatte. Diese Phänomene glaubt Mayo mit Recht aus dem Verlust des Gefühls in den Lippen zu erklären, denn das Thier fühlte das Futter nicht mehr, wenn es auch dasselbe ergreifen konnte. Dass aber die Bewegung der Lippen von dem N. facialis abhängt, hat Mayo ausser Zweifel gesetzt. Denn nach dem Durchschneiden des N. facialis auf beiden Seiten erfolgte zugleich Lähmung aller Gesichtsmuskeln, auch der Lippen. Die Bewegung der Lippen auf beiden Seiten, wenn die Durchschneidung des N. facialis bloss einerseits stattgefunden hat, erklärt Backer mit Recht aus dem passiven Mitbewegen der gelähmten Seite bei dem Zusammenziehen des Musc. orbicularis oris.

Meine eigenen Versuche über den N. infraorbitalis an Kaninchen sind folgende: Der N. infraorbitalis erregt, wenn man ihn auch noch so sehr mit einer Nadel reizt und zerrt, oder mit der Pincette quetscht, niemals eine Spur von Zuckung in den Muskeln der Schnauze. Ich schnitt den Nerven dicht an der

Austrittsstelle durch, wobei das Thier ein sehr klägliches Geschrei und ungeheure Schmerzensäusserungen erhob. Das Ende des Nerven wurde mit beiden Metallplatten in Verbindung gebracht, nachdem der Nerv auf eine Glasplatte aufgelegt worden. Wir sahen keine Spur von Zuckungen in den entblössten Muskeln der Schnauze. Wohl aber entstanden Zuckungen, als der N. infraorbitalis mit der einen Platte, die Muskeln mit der andern Platte armirt wurden, weil in diesem Falle ein galvanischer Strom bis zu den Muskeln der Schnauze entstand und dort Zuckung erregte, an der der Nerv durch seine Kräfte keinen Antheil hatte. Als wir darauf auf das isolirte Ende des Nervus infraorbitalis beide Pole einer galvanischen Säule von 65 Plattenpaaren wirken liessen, zeigten sich bei Berührung an einzelnen Stellen des sehr breiten Nerven keine Zuckungen in den Muskeln der Schnauze, wohl aber bei der Berührung an anderen Stellen kleine Zuckungen, was uns unerwartet war und was man nur aus zwei Gründen erklären kann: 1. daraus, dass sich Aeste des Nervus facialis sogleich an den Nervus infraorbitalis an der Austrittsstelle anschliessen, und 2. daraus, dass bei einer starken galvanischen Säule das galvanische Fluidum nicht allein wie gewöhnlich den kürzesten Weg von einem zum andern Pol nimmt, sondern durch alle Leiter auch in Abwegen sich verbreitet. So erregt ein gequetschter Muskelnerv, über der gequetschten Stelle galvanisirt, keine Zuckungen mehr, weil die motorische Kraft unterbrochen ist; allein der Galvanismus wirkt hindurch auf das untere noch gesunde Stück, wenn man eine sehr kräftige Säule von 80—100 Plattenpaaren, und beide Pole über der gequetschten Stelle anwendet.

Es ist also aus den Versuchen von Bell, Schoeps, Mayo und meinen eigenen Beobachtungen bewiesen, dass alle Zweige des Ramus primus und secundus nervi trigemini, welche von der gangliösen Wurzel ausgehen, sensibel und nicht motorisch sind.

Der dritte Ast des N. trigeminus, welcher aus der Portio minor oder kleinen Wurzel und aus einem Theil der Portio major zusammengesetzt wird, ist offenbar motorisch und sensibel wie die Spinalnerven, nachdem sie aus einer gangliösen sensibeln, und einer nicht gangliösen motorischen Wurzel zusammengesetzt sind. Diess geht aus dessen Verbreitung hervor. Vergleicht man nun den N. trigeminus mit den Spinalnerven, so gleicht er ihnen auffallend in den beiden Wurzeln, beide haben eine gangliöse sensible und eine einfache motorische Wurzel; allein sie gleichen sich nicht mehr, sobald die Wurzeln zusammengetreten sind. Denn in den Spinalnerven vermischen sich die Primitivfäden der sensiblen und der motorischen Wurzeln zu neuen Ordnungen von Nerven, welche motorische und sensible Fasern enthalten. Beim N. trigeminus dagegen bleibt der grösste Theil der sensiblen Portio major selbstständig, und der Ramus primus et secundus trigemini sind nur sensibel; nur der dritte Ast gleicht den Spinalnerven, indem er aus der Verbindung der motorischen Portio minor und eines Theils der sensiblen Portio major entsteht.

Der N. massetericus, temporalis profundus, buccinatorius, die Rami pterygoidei, N. mylohyoideus die Nerven des Levator und Tensor veli palatini und der Nerve des Tensor tympani, welche unmittelbar oder mittelbar aus dem dritten Ast entspringen, sind offenbar motorische Nerven. Hein (Muell. *Arch.* 1844. *H.* 3.) hat bei Reizung der Wurzel des Trigeminus in der Schädelhöhle Bewegung des Tensor veli palatini beobachtet.

Dass die Muskeln und Zweige des dritten Astes auch sensible Fasern enthalten, sieht man an den Zweigen, welche der N. massetericus dem Kinnbackengelenk giebt. Der untere hintere Theil des dritten Astes vom Nervus trigeminus enthält dagegen nur sensible Fasern. Der Nervus auricularis seu temporalis superficialis ist kein Muskelnerve, er verbindet sich mit dem Nervus facialis, sowohl mit dem Stamme als seinen Zweigen, und ertheilt diesem Nerven zum Theil die Sensibilität, die er ausser seiner motorischen Kraft besitzt. Der Ramus auricularis verbreitet sich bloss in empfindlichen Theilen, im äussern Gehörgang, äussern Ohr, in der Haut des Kopfes.

Der N. alveolaris inferior giebt den N. mylohyoideus nicht ab, sondern wie Bell bemerkt, haben Nervus alveolaris und mylohyoideus gar keine Gemeinschaft, indem sie auf einer Strecke bloss parallel neben einander liegen bis zum Foramen alveolare. Der Stamm des Nerven ist aber offenbar nur sensibel durch die Zahnnerven und den Ramus mentalis. Dass letzterer Empfindungsnerve ist, beweist ein von Bell beobachteter Fall. Bei dem Ausreissen eines Zahnes wurde der N. mentalis mit verletzt und die Unterlippe empfindungslos (Magendie *Journal. T. X. p.* 8.) Dass der N. lingualis keine motorische Kraft besitzt, sondern Empfindungsnerve der Zunge ist, obgleich er sich auch in dem Zungenfleisch verbreitet, lässt sich ganz evident beweisen.

Schon Desmoulins bemerkt, dass, wenn man an einem Hunde den N. lingualis zerrt, das Thier schreit, aber die Zunge unbeweglich bleibt, dass, wenn man diesen Nerven nach dem Tode galvanisirt, die Zunge sich nicht bewegt. Ich habe diese Versuche bei Kaninchen während des Lebens angestellt. Der (vorher durchschnittene) N. lingualis bewirkt keine Spur einer Zukkung, wenn sein peripherisches Ende mit der Nadel gezerrt wird, und selbst dann nicht, wenn die beiden Pole einer galvanischen Säule von 65 Plattenpaaren auf ihn wirken. Wenn man aber einen Pol auf die Zunge, den andern auf den N. lingualis applicirt, so entstehen Zuckungen, weil der Nerve hier bloss ein feuchter thierischer Leiter des galvanischen Fluidums bis zu den Muskeln der Zunge ist. Froriep's *Not.* 647. Auch Magendie hat nach Durchschneidung des N. lingualis Empfindungslosigkeit der Zunge ohne Verlust der Bewegung bemerkt. Ich habe mich auch überzeugt, dass der N. lingualis Schmerz empfindet.

Aus allem bisher Angeführten geht hervor, dass der N. trigeminus durch seine grosse Wurzel der Empfindungsnerve des ganzen Vorder- und vordern Seitentheils des Kopfes (mit Ausschluss der eigentlichen Sinnesfunctionen des Geruchs, Gesichts Gehörs), und dass er durch die Portio minor der motorische

Nerve für alle Masticationsmuskeln ist. Daher hören nach der Durchschneidung des Stammes dieses Nerven in den Versuchen von MAGENDIE alle diese Bewegungen und alle Gefühlsempfindungen am ganzen Kopf, Auge, Nase, Zunge auf, wie denn auch in Krankheiten des Stammes vom N. trigeminus oder seiner Wurzeln, derselbe Erfolg von BELL, MAGENDIE, SERRES beobachtet wurde. Nach der Durchschneidung dieses Nerven innerhalb des Schädels, die MAGENDIE bei Kaninchen machte, und die ESCHRICHT wiederholte, war die Empfindung an der ganzen Seite des Kopfes gelähmt. Die Nasenschleimhaut wie die Conjunctiva war unempfindlich, und Stiche und chemische Reize, wie Ammoniakflüssigkeit, brachten keine Schmerzen mehr hervor. Das Auge war trocken, die Iris zusammengezogen, das Nicken des Augenliedes hatte auf der kranken Seite aufgehört. Am folgenden Tage war das unverletzte Auge vom Reiz des Ammoniaks entzündet, das gelähmte Auge nicht, und die Unempfindlichkeit hatte also die Ausbildung der Entzündung verhütet. In anderen Versuchen bewirkte die Durchschneidung des N. trigeminus nach mehreren Tagen Entzündung der Conjunctiva, Absonderung eiteriger Materie von den Augenliedern, im Auge selbst Iritis und Pseudomembranen, zuletzt zeigte sich Vereiterung des Auges. Das Zahnfleisch verdirbt und lockert sich auf, die Zunge wird auf der Seite der Verletzung weiss, und ihr Epithelium verdickt sich.

Die Gefühlsempfindung am Auge, z. B. in der Conjunctiva, ist wohl zu unterscheiden von den Gesichtsempfindungen, eben so wie die Gefühlsempfindung in der Nase, die sich durch Gefühl von Wärme, Kälte, Trockenheit, Kitzel, Jucken, Schmerz äussert, wohl von dem Geruch zu unterscheiden ist. Die Gesichtsempfindung hat in dem Auge nur durch den N. opticus statt, die Gefühlsempfindungen nur durch die Zweige des N. trigeminus; die Geruchsempfindung in der Nase hat eben so nur durch den N. olfactorius, die Gefühlsempfindung nur durch die N. nasales vom N. trigeminus statt.

Nervus glossopharyngeus.

Aus den oben angeführten Beobachtungen über ein an einem Theile der Wurzelfäden des N. glossopharyngeus befindliches Knötchen über dem Ganglion petrosum, geht hervor, dass auch dieser Nerve unter die gemischten gehört. Ich zeigte, dass sich die Wurzel dieses Nerven ganz wie die des Trigeminus verhält, indem ein Theil davon in das Ganglion jugulare superius N. glossopharyngei anschwillt, während ein anderer Theil der Wurzel an dem Ganglion vorbeigeht. Damit stimmt auch seine Verbreitung überein. Denn er versieht theils den hintern Theil der Zungenschleimhaut, theils die Schlundmuskeln (namentlich den Musc. stylopharyngeus), und dass er motorische Kraft besitzt, hat schon MAYO beobachtet, und ich sah bei einem Kaninchen noch nach dem Tode durch Galvanisiren dieses Nerven Zuckungen am Schlunde entstehen. Vergl. MAYO, MAGENDIE *J. d. physiol.* 3. 355.

REID (*Edinb. med. a. surg. J. Jan.* 1838. *p.* 109.), VALENTIN (*de funct. nerv. cerebral. Bern* 1839. *p.* 38.) und LONGET (*anat. et physiol. du syst. nerv. II. p.* 220.) behaupteten dagegen zu Folge

Versuchen, dass dieser Nerve nicht motorisch sei. Durch die Beobachtungen von Volkmann (Mueller's *Arch.* 1840. 489.) und Hein (a. a. O.) ist indess die Sache auf ihren frühern Stand zurückgeführt, d. h. bewiesen, dass der N. glossopharyngeus ein gemischter Nerve ist. Volkmann bewirkte durch Reizung der Wurzel des Glossopharyngeus Bewegung des Musculus stylopharyngeus und des Schlundes, Hein Zuckung des erstern Muskels.

Nervus vagus cum accessorio Willisii.

Der Nervus vagus schwillt innerhalb des Foramen lacerum in ein Ganglion an; er scheint sich also hier wie eine Empfindungswurzel zu verhalten; da er nun gleich nach dem Durchtritt durch das Foramen lacerum einen Theil des Nervus accessorius in sich aufnimmt, so lag es nahe, anzunehmen, dass der Nerv. vagus durch die Aufnahme eines Theils des Nerv. accessorius seine motorischen Fasern für den Ramus pharyngeus und die Nervus laryngei erhält. Aber schon vor der Entdeckung von den Eigenschaften der Wurzeln der Spinalnerven, nämlich 1805, stellte Goerres den Vergleich der Wurzeln des Vagus und Accessorius mit den beiden Wurzeln eines Spinalnerven auf. Goerres *Exposition der Physiologie. Coblenz* 1805. *p.* 328. Diese Idee wurde auch in neuerer Zeit von Arnold und Scarpa ausgesprochen, der Vagus einer hintern, der Accessorius einer vordern Wurzel verglichen und Bischoff hat sie in seiner schätzbaren Schrift (*nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.) weiter ausgeführt und durch Versuche unterstützt. Er nahm bei einer Ziege einen Theil des Hinterhauptbeines weg, und durchschnitt alle Wurzeln des N. accessorius innerhalb der Schädelhöhle auf beiden Seiten. Schon beim Durchschneiden der Wurzeln auf einer Seite bemerkte er, dass die Stimme des beständig heulenden Thieres heiser wurde, und dass die Rauhigkeit der Stimme immer mehr zunahm, je mehr Wurzeln er auch auf der linken Seite durchschnitt. Nach Durchschneidung aller Wurzeln hörte die Stimme ganz auf; hircus omnem vocem amisit et summissum quendam ac raucissimum tantummodo emisit sonum, qui neutiquam vox appellari potuit.

Ein sicherer Weg, diese Frage zu entscheiden, schien mir die Reizung der Wurzeln des Vagus innerhalb der Schädelhöhle zu sein. Um so schnell wie möglich zu diesen Wurzeln zu kommen, wurde an einem grossen lebenden Hunde, dem man vorher den Schlund blossgelegt hatte, der Schädel aufgesägt, auch der Bogen des ersten Halswirbels mit einer Knochenzange weggebrochen, darauf das kleine Gehirn abgetragen, bis man die Wurzeln des N. vagus und accessorius vor sich hatte; diese wurden von der Medulla oblongata abgeschnitten, und nun wurde die Wurzel des N. vagus sowohl mechanisch, als mit einem einfachen galvanischen Plattenpaar gereizt. Bei der mechanischen und galvanischen Reizung des N. vagus entstand ganz deutlich eine Zusammenziehung im Schlunde. Dieser Versuch, den ich in der ersten Auflage dieses Theils der Physiologie 1834. p. 640. mittheilte, erregte in mir ein Bedenken gegen die Richtigkeit jener Theorie, und ich forderte auf, den Versuch in dieser Weise

zu wiederholen, um zu prüfen, ob ich richtig beobachtet habe. Remak beobachtete unterdess, dass bei den Thieren ein Theil der Fäden des Vagus an seinem Ganglion vorbeigeht.

Für die rein sensitive Natur des Vagus und die motorische des Accessorius sprechen sich dagegen Valentin (a. a. O. p. 45.) und Longet (a. a. O. p. 262.) aus, der Erstere nach Versuchen an der Wurzel des Vagus, der Letztere nach dem Resultat der Wiederholung des Bischoff'schen Experimentes. Indessen ist unsere Beobachtung und die gemischte Natur des Vagus vielseitig bestätigt worden, so dass an der Sache kein Zweifel mehr sein kann. Nach Reid's Versuchen ist der N. vagus an und für sich sensibel und motorisch. In Volkmann's zahlreichen Versuchen an den Wurzeln des Vagus zeigte sich Bewegung des Schlundes des Gaumensegels, der Kehlkopfmuskeln. Dagegen konnte bei Reizung des Accessorius niemals Bewegung am Gaumen, Schlund und Kehlkopf wahrgenommen werden, sondern nur Zuckung des M. sternocleidomastoideus und trapezius. Mueller's *Arch.* 1840. *p.* 490. Die motorische Wirkung der Wurzeln des Vagus beobachtete Stilling (*Bericht v. d. Versammlung der Naturforscher in Braunschweig. p.* 91.). Es entstanden bei den in Gegenwart von Krause angestellten Versuchen Bewegungen am Schlunde, Magen und an der Stimmritze, bei Reizung des Accessorius ebenfalls innerhalb der Schädelhöhle blieb dagegen das Stimmorgan und der Magen ruhig.

Van Kempen (*essai experimental sur la nature fonctionelle du nerf pneumogastrique. Louvain* 1842) beobachtete bei Reizung des Vagus innerhalb der Schädelhöhle Bewegung der innern Kehlkopfmuskeln, welche dagegen bei Reizung des Accessorius völlig bewegungslos waren. In Hinsicht der motorischen Wirkungen der einzelnen Aeste des Vagus verweise ich auf diese Schrift. Bei der Reizung der Wurzeln des Vagus innerhalb der Schädelhöhle sah Hein (a. a. O.) Zuckung des Schlundes und des Gaumensegels durch den Levator palati und Palatopharyngeus. Diese Gaumenmuskeln können auch vom Accessorius aus bewegt werden.

Der Nervus accessorius ist wahrscheinlich selbst schon gemischt, obgleich man nur selten und ausnahmsweise an ihm ein Ganglion bemerkt; häufig verbindet er sich noch innerhalb des Canalis spinalis mit der hintern Wurzel des ersten Halsnerven, und zuweilen wird sogar die hintere Wurzel des ersten Halsnerven ganz von ihm abgegeben. Die hierher gehörigen Beobachtungen sind in den frühern Auflagen dieses Werkes zusammengestellt.

Nervus hypoglossus.

Beim Ochsen und einigen anderen Säugethieren, wo die von Mayer entdeckte kleine hintere gangliöse Wurzel des N. hypoglossus vorkommt, gehört auch dieser unter die gemischten Nerven mit doppelten Wurzeln, obgleich er beim Menschen seinen Wurzeln nach meist nur motorisch ist, und erst auf dem Wege seiner Verbreitung durch Verbindungen sensible Fäden aufnimmt. Bedenkt man nun, dass die gewöhnlichen Wurzeln dieses Nerven

in einer Reihe mit den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven entspringen, dass er bei einigen Säugethieren eine hintere Wurzel hat, dass die hintere Wurzel des auf ihn folgenden ersten Halsnerven zuweilen fehlt, und dieser dann ausnahmsweise dem N. hypoglossus gleicht, während sich der N. hypoglossus des Ochsen dem gewöhnlichen Verhalten des ersten Halsnerven ausnahmsweise nähert, so ist es unzweifelhaft, dass der N. hypoglossus trotz seines Durchgangs durch eine im Schädel selbst gelegene Oeffnung doch gleichsam als der erste Spinalnerve zu betrachten ist, der nur noch mehr als der erste Halsnerve und die untersten Spinalnerven von den übrigen Spinalnerven abweicht.

Hauptsächlich ist dieser Nerve motorisch, wie aus Magendie's, Mayo's und meinen Versuchen an Kaninchen hervorgeht. Froriep's *Not.* 647. Wenn man nämlich den N. hypoglossus zerrt, quetscht oder mit einem einfachen Plattenpaar galvanisirt, entstehen die heftigsten Zuckungen in der ganzen Zunge bis an die Spitze. Die Section des N. hypoglossus an einem lebenden Thiere paralysirt die Bewegungen der Zunge. Dieser Nerve ist also die Ursache der Schlingbewegungen der Zunge und der articulirten Sprachbewegungen, so weit sie von der Zunge abhängen. Seine Wirksamkeit dehnt sich aber nicht bloss auf die Zunge aus, er ist auch der Nerve der grossen Kehlkopfmuskeln.

Dass der N. hypoglossus auch Sensibilität besitzt, behaupten Desmoulins, Magendie und Mayo, indem er gezerrt bei Hunden und Katzen Schmerz verursache. Bei Hunden kann diess von der hier vorhandenen kleinen hintern Wurzel desselben herrühren. Bei der Katze hat Mayer diese hintere Wurzel nicht gefunden; hier kann die Sensibilität desselben von Empfindungsfasern herrühren, die er von anderen Nerven auf seinem Verlaufe aufnimmt, wohin die Verbindungen desselben mit dem Nervus vagus und mit den ersten Halsnerven zu rechnen sind.

Vorzugsweise motorische Nerven, welche auf ihrem Wege Empfindungsfasern durch Verbindungen mit anderen Nerven aufnehmen, oder zugleich Empfindungsfasern in ihrer nicht gangliösen Wurzel enthalten.

Augenmuskelnerven. N. oculomotorius, trochlearis, abducens.

Die Augenmuskelnerven haben zugleich einige Empfindung, wie sie den Muskeln überhaupt eigen ist. In anderen Muskeln kann die Empfindung von dem Antheil sensorieller Fasern der hintern Wurzeln abgeleitet werden, welche zugleich zu den Muskeln hingehen. Bei den Augenmuskeln fällt indess diese Erklärung weg. Jedermann ist bekannt, dass heftige Bewegungen in den Augenmuskeln mit dem Gefühl einer unangenehmen Spannung in denselben begleitet sind. Rühren diese Empfindungen von einigen sensoriellen Fasern her, welche die motorischen einfachen und ganglienlosen Wurzeln der Augenmuskeln zugleich enthalten, oder werden ihnen diese Empfindungsfasern auf ihrem Wege erst zugemischt? Schon öfter und auch von mir wurde eine Verbindung des Nervus trochlearis mit dem ersten Ast des

Trigeminus beobachtet. Ich sah beim Kalb ein Zweigelchen vom ersten Ast des Trigeminus auf den Stamm des Oculomotorius übergeben. Ungewiss ist, ob aus der sensoriellen langen Wurzel des Ganglion ciliare a nervo nasali Empfindungsfasern nicht bloss auf die Ciliarnerven, sondern auch auf die kurze Wurzel und auch so auf den Oculomotorius übergehen. Zum Nervus abducens würde man jedenfalls keine Empfindungsfasern, aus anderen Nerven ableiten können. Unter diesen Umständen muss es unentschieden bleiben, woher diese Nerven diejenigen Fasern haben, wodurch sie zugleich empfindlich sind.

Nervus facialis.

Der N. facialis ist der eigentliche Bewegungsnerve aller Gesichtsmuskeln (mit Ausnahme der Kaumuskeln), des Musc. occipitalis, der Ohrmuskeln, des Musc. stylohyoideus, des hinteren Bauches vom Musc. digastricus maxillae inf. (der vordere Bauch wird vom N. mylohoideus aus dem dritten Ast des N. trigeminus versehen), und des Platysma myoides. Bei den Vögeln scheint er sich bloss im Musc. styloglossus und Hautmuskel des Halses zu verbreiten. Nach der Durchschneidung des N. facialis bei Thieren sind die Gesichtsmuskeln sammt und sonders gelähmt. Die Augenbraunen werden nicht mehr erhoben, die Augen nicht mehr geschlossen, die Ohrmuskeln sind gelähmt, die Schnauze hängt unbeweglich etc. Diese Versuche sind von Bell, Mayo, Schoeps, Backer, von mir und Andern angestellt worden. Backer bemerkte nach Vergiftung mit Nux vomica, dass nach Durchschneidung des N. facialis sogleich die Gesichtsmuskeln ruhig wurden, während die übrigen Muskeln ihre Krämpfe fortsetzten. Bei Reizung des Nervenstammes entstehen Zuckungen in allen Gesichtsmuskeln.

Bell hatte geglaubt, verschiedene Muskeln des Gesichts, z. B. der Lippen, der Schnauze, könnten in Hinsicht der physiognomischen Bewegungen gelähmt sein, während die Kaubewegungen dieser Muskeln fortdauern, und umgekehrt, und leitete diess davon ab, dass diese Muskeln Aeste vom N. infraorbitalis und vom facialis erhielten. Der N. infraorbitalis hat indess keine Spur von motorischer Kraft, und die Muskeln sind nach Lähmung des N. facialis für jede Art der Bewegung gelähmt, ausser den eigentlichen Kaumuskeln, die aber dem N. facialis überhaupt nicht unterworfen sind, sondern von der motorischen Portio minor des N. trigeminus abhängen.

Bisher haben wir den N. facialis als motorischen Nerven betrachtet, als welchen ihn Bell ansah, so dass er diesen Nerven für allein motorisch und nicht für sensibel hielt. Er ist aber bei seiner Bewegungskraft zugleich sehr sensibel; seine Durchschneidung erregt heftige Schmerzen, so dass die Thiere dabei schreien.

Ob nun aber die sensiblen Fasern des N. facialis ihm selbst von seinem Ursprung an eigenthümlich, oder ob er sie von seinen zahlreichen Verbindungen mit dem N. trigeminus (nämlich mit dem N. temporalis superficialis, subcutaneus malae, infraorbitalis, mentalis) her hat, ist eine andere Frage. Diese Frage hatte Eschricht zum Vortheil der letztern Ansicht entschieden.

De funct. nerv. faciei et olfactus. Hafn. 1825. Eschricht durchschnitt den N. trigeminus in der Schädelhöhle; der N. facialis war hierauf noch schmerzhaft. In einem zweiten Versuche durchschnitt er den linken N. trigeminus; der N. facialis hatte keine Empfindung mehr, während er auf der gesunden Seite noch Empfindung hatte. In einem dritten Versuche durchschnitt Eschricht den N. trigeminus sinister, und bemerkte am vorderen Theil des N. facialis sinister keine Empfindung, wohl aber am hinteren Theil des N. facialis unter dem äussern Gehörgange. Hieraus und aus einem ähnlichen Versuch schloss Eschricht, dass der N. facialis nach Durchschneidung des N. trigeminus in seinem vordern Theile unempfindlich werde, in seinem hintern Theile aber die Empfindung behalte. Dass die Verbindung mehrerer Zweige des N. facialis mit Zweigen des N. infraorbitalis nicht dem N. facialis die Empfindung nach rückwärts mittheile, beweist ein ganz guter einfacher Versuch beim Hunde von Gaedechens, der nach Durchschneidung der Aeste des N. facialis, die sich mit dem N. infraorbitalis verbinden, diesen noch ganz empfindlich fand. Derselbe durchschnitt ferner beim Hunde einen ansehnlichen Ast des N. facialis, der sich mit dem N. infraorbitalis verband; dieser Ast war an dem Stück, welches vom N. facialis getrennt war, unempfindlich, hatte also seine Empfindung nicht vom N. infraorbitalis, mit dem er noch zusammenhing, sondern vom N. facialis selbst, oder von Verbindungen des N. facialis mit Aesten des N. trigeminus, die viel weiter nach hinten liegen, wie z. B. vom N. temporalis superficialis, der sich mit dem N. facialis schon vor und unter dem äussern Ohr verbindet.

So viel ist aus den Versuchen von Eschricht gewiss, dass der N. facialis nicht alle Empfindungsfasern vom N. trigeminus hat. Diess haben Einige dadurch zu erklären gesucht, dass der N. facialis selbst durch verschiedene Wurzeln zweierlei Fasern enthalte und unter die gemischten Nerven gehöre. Man hat die Portio intermedia Wrisbergi an der Wurzel des N. facialis in diesem Sinne betrachtet, und die Anschwellung am Knie des N. facialis für ein Ganglion eines Empfindungsnerven angesehen. Gaedechens *nervi facialis physiologia et pathologia. Heidelb.* 1832. Indessen die Anschwellung des N. facialis am Knie desselben wird an der Zutrittsstelle von Zweigen, die mit dem N. sympathicus zusammenhängen, auf ähnliche Weise wie das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Ast des Trigeminus gebildet. Zum Knie des Facialis treten der N. petrosus superficialis major, minor und der von Bidder entdeckte Petrosus superficialis tertius. Siehe Mueller's *Arch.* 1837. *Jahresbericht XXVI.* Die blosse Existenz der Portio intermedia Wrisbergi beweist noch nicht eine sensorielle besondere Wurzel, dazu gehört nothwendig ein Knoten an diesem Theile der Wurzel; denn wollte man jedes Wurzelbündel eines Nerven für eine Wurzel eigener Art halten, so würde man dem N. accessorius mehrere, sogar viele Functionen, dem N. hypoglossus in vielen Fällen zwei, dem N. olfactorius drei Functionen zutheilen müssen.

Wir werden daher darauf angewiesen, anzunehmen, dass der

N. facialis entweder an seinem Ursprunge noch durchaus einfach und bloss motorisch ist, oder dass er sensible Fäden schon vom Gehirn an enthält, ohne eine besondere sensible Wurzel zu haben. Die letztere Annahme ist nicht nothwendig. Es lässt sich sogar mit Bestimmtheit die Quelle anzeigen, woher der Rest von Empfindlichkeit kommt, welchen der N. facialis unter dem äussern Gehörgang noch hat, selbst dann, wenn der N. trigeminus im Stamme durchschnitten worden ist. Diess ist nämlich eine Verbindung eines Zweiges des N. vagus mit dem Stamme des N. facialis im Fallopischen Kanal, eine Verbindung, die beim Menschen sowohl als bei Thieren vorkommt. Diese merkwürdige Zusammensetzung des N. facialis, welche Alles vollkommen erklärt, ist zuerst beim Menschen von Comparetti (*de aure interna. Patavii* 1789. *p.* 109. 133.) entdeckt und auch von Cuvier beim Kalb beschrieben worden. *Vergl. Anat., übers. von* Meckel. 2. *p.* 227. Der N. vagus giebt nämlich unter spitzem Winkel einen starken Ast durch einen besonderen Knochenkanal zum N. facialis; dieser Ast geht mit einem Zweig geradezu in den N. facialis über; mit der Fortsetzung des Astes verbreitet er sich am äussern Ohr. Dieser Nerve, den wir beim Kalb sowohl als beim Menschen gesehen haben, ist offenbar die Hauptursache der Empfindlichkeit des N. facialis.

Man hat in neuerer Zeit auch an der Chorda tympani Versuche angestellt. Guarini *annali universali di medicina. Volum. CII.* 1842. Bernard *annales medico psychologiques.* 1843. Diese Versuche haben aber noch nicht den Grad von Sicherheit erlangt, welcher zu einem Schluss über die Bedeutung dieses Nerven nöthig ist. Ohne Zweifel enthält sie motorische Fasern, welche aus dem N. facialis in den N. lingualis abgeleitet werden, dass diese aber mit dem N. lingualis für die Zunge bestimmt sind, wie Guarini glaubt, ist nicht wahrscheinlich, sie dienen wahrscheinlicher der Bewegung der Speichelgänge.

III. Capitel. Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften des Gangliennerven.

1) *Der Ganglienнerve hat Empfindung.* Einige Beobachter haben diesem Nerven die Fähigkeit, Empfindungseindrücke zu leiten, abgesprochen. Bichat hat das Ganglion coeliacum des Hundes mechanisch und chemisch gereizt, ohne Schmerz zu erregen. Dupuy schnitt den Thieren das Ganglion cervicale inferius, ohne dass sie Schmerz empfanden, aus. Auch Wutzer konnte an den Lendenknoten eines Hundes keinen Schmerz erregen. *De gangl. fabrica. Berol.* 1817. Damit stimmen auch die Beobachtungen von Magendie und Lobstein überein. Dagegen hat Flourens bei solchen Versuchen immer mehr oder weniger deutliche Zeichen des Schmerzes beobachtet. *Versuche über das Nervensystem. p.* 181. Brachet sah bei seinen Versuchen bald Schmerzensäusserungen, bald nicht. *Recherches sur les fonctions du syst. nerveux ganglionaire. Paris* 1830. *p.* 307. Auch Mayer hat beobachtet, dass beim

Durchschneiden des Ganglion cervicale supremum, so wie bei Reizung des Plexus solaris, die Thiere deutliche Schmerzensäusserungen von sich gaben. *Act. nat. cur. XVI. p. 2.* Diesen letzteren Naturforschern muss ich nach meinen Beobachtungen durchaus beistimmen. Ich sah nicht allein mehrmals bei mechanischer und chemischer Reizung des Ganglion coeliacum bei Kaninchen deutliche Zeichen des Schmerzes, sondern habe auch bei den mit Dr. Peipers angestellten, p. 384. erwähnten Versuchen beim Unterbinden der Nierennerven immer ganz deutliche Zeichen eines lebhaften Schmerzes beobachtet. Deutlicher noch als Versuche beweisen die krankhaften schmerzhaften Empfindungen in den allein vom Gangliennerven versehenen für die Empfindlichkeit dieses Nerven. Ich muss E. H. Weber vollkommen beistimmen, wenn er sagt: ich meines Theils halte die alltäglichen Beobachtungen über die Schmerzen in diesen Theilen, welche unempfindlich sein sollen, für beachtenswerther als jene Experimente. Hildebrandt's *Anatomie.* 3. 355. Gleichwohl sind die Empfindungen in den vom Gangliennerven versehenen Theilen ungleich schwächer und dunkler als in allen anderen Theilen; denn wir empfinden selten die sehr kalt oder heiss genossenen Speisen im Magen, oder eben so wenig bringen heftige Reize der äussern Haut, wie Senf, Meerrettig etc., in diesen Theilen Empfindungen hervor, und nur sehr heftige Eindrücke können die ganze Empfindungskraft dieser Theile so stark, wie in anderen Organen aufregen, was man durch die Reil'sche Hypothese erklärt hat, dass die Ganglien die Natur eines Halbleiters haben, gewöhnlich die Leitung schwächerer Eindrücke verhindern, und nur bei grosser Intensität der Reizung die Leitung zulassen. Obgleich diese Ansicht sich nicht streng beweisen lässt, so scheint doch eine Beobachtung von Brachet (a. a. O. p. 307.) dafür zu sprechen. Brachet will nämlich an einem lebenden Schafe die Ganglia thoracica des Gangliennerven gereizt haben. Er durchschnitt die Rippenknorpel der rechten Seite, ziemlich nahe am Brustbein, hielt die Lunge gegen das Sternum und erkannte nun die Ganglia thoracica des Gangliennerven zu den Seiten der Wirbelsäule. Brachet beobachtete keine Schmerzenszeichen, wenn er die Ganglien oder den Grenzstrang zwischen diesen Ganglien stach; als er aber einen Ramus communicans des Gangliennerven mit einem Spinalnerven reizte, entstanden deutliche Schmerzenszeichen, was er in wiederholten Versuchen wiedersah. Auch beobachtete derselbe, dass Ganglien, welche anfangs unempfindlich schienen, durch öftere Reizung empfindlich wurden.

2) *Der Gangliennerve besitzt motorischen, aber unwillkürlichen Einfluss auf die von ihm versehenen Theile.* A. v. Humboldt hat durch Galvanisiren der N. cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen. Da diese Versuche noch mit dem einfachen galvanischen Reize angestellt waren, so haben dieselben allerdings einen hohen Werth. Auch Burdach sah Verstärkung des Herzschlages eines getödteten Kaninchens, als er das Halsstück des Gangliennerven oder das untere Halsganglion armirte. *Physiol.* 4. 464. Ebenderselbe hat bei einem getödteten Kanin-

chen durch Betupfen des Ganglienerven mit caustischem Kali oder ätzendem Ammonium den Herzschlag wieder beschleunigt, was mir nicht gelingen wollte.

Einen sicheren Beweis für den motorischen Einfluss des Ganglienerven liefert ein von mir öfter mit Erfolg angestellter Versuch am Ganglion coeliacum des Kaninchens. Wurde die Bauchhöhle eines Kaninchens geöffnet, worauf die Bewegungen des Darms an der Luft sehr lebhaft werden, so wartete man so lange, bis diese Bewegungen wieder ganz nachgelassen oder aufgehört haben. Dann wurde das Ganglion coeliacum mit Kali causticum betupft, und sogleich wurden die peristaltischen Bewegungen des Darms wieder ausserordentlich lebhaft.

Es entsteht nun die Frage, ob in dem Ganglienerven nur einerlei Art Fäden enthalten sind, und ob diese zur Ernährung, Empfindung und Bewegung gleich tauglich sind, indem sie Empfindungsactionen erregen, insofern sie auf das Gehirn wirken, Ernährungsactionen und Bewegungsactionen, insofern sie in peripherischer Richtung thätig sind.

Der Ganglienerve empfängt von einem Theil der Hirnnerven und namentlich von den gemischten Hirnnerven und von allen Spinalnerven wahre Wurzeln, welche aus den Wurzelfäden dieser Nerven abgehen und zu peripherischer Verbreitung im Ganglienerven weiter gehen. Das Verhältniss zu den Hirnnerven ist sehr verwickelt, einfach und leicht zu ermitteln bei den Spinalnerven. Aus der Untersuchung der letztern erhält man die Principien für die Untersuchung der Verbindungen mit dem Hirnnerven. Leicht also sieht man an jedem Thier, dass von den Wurzeln jedes Spinalnerven sich ein Theil ablöst, um in die Ganglienerven einzutreten. Diess ist der Ramus communicans. Seine Fasern gehen grösstentheils vom Spinalnerven ab und zu dem Ganglienerven.

Nun fragt sich, ob der Ganglienerve durch seine Wurzeln zugleich motorische und sensible Fäden vom Rückenmark und Gehirn erhalte. Nach Scarpa's und Wutzer's früheren Untersuchungen hängt der Ganglienerve mit jeder der beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven zusammen, und erhielte also sowohl motorische als sensible Fasern, wie er nach den von ihm beherrschten Funktionen der Eingeweide haben muss. Der Mangel des Willenseinflusses bei allen vom N. sympathicus abhängigen Bewegungen hat Scarpa in der neuern Zeit verleitet, dem Ganglienerven allen motorischen Einfluss abzusprechen, und die Ursache der Bewegungen der unwillkürlich beweglichen Theile, allein in diesen Theilen selbst zu suchen. Diese Ansicht gründete sich besonders auch auf neue Beobachtungen von ihm über den Ursprung des Ganglienerven, welchen er bloss von den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven ableitet. Scarpa *de gangliis nervorum deque essentia nervi sympathici, ann. univ. di medicina.* 1831. Untersuchungen von mir (Meckel's *Arch.* 1832. *p.* 85.), Retzius (ebend. p. 260.), Mayer (*Nov. act. XVI. p.* 2.) und Wutzer (Mueller's *Archiv.* 1834. *p.* 305.) haben erwiesen, dass die frühere Darstellung von Wutzer über den Ursprung des Ganglienerven von beiderlei Wurzeln der Rückenmarksnerven die

ganz richtige war. Mayer hat sogar die dem Ganglienerven angehörenden Fasern an den Wurzeln der Rückenmarksnerven bis zum Rückenmark selbst verfolgt. Dieser Nerve enthält also motorische und sensible Fasern. Die mikroskopische Untersuchung dieser Wurzelfäden des Ganglienerven von den Spinalnerven zeigt, dass sie ähnliche röhrige Fasern, wie die Spinalnerven selbst enthalten. Diese Röhrenfasern sind zwar feiner und bleiben es in ihrem ganzen Verlauf im Ganglienerven; aber Röhre und Inhalt der Fasern ist hier so deutlich als in den Spinalnerven selbst. Sie sind zarter und deswegen bilden sich durch Druck und Dehnung leichter als an den Röhren der Spinalnerven die Varicositäten aus. Im unversehrten Zustande sind sie niemals varicös. In diesen Punkten unterscheidet sich daher der Ganglienerve nicht wesentlich von andern Nerven, auch bleiben die röhrigen Fasern im Verlauf des Ganglienerven eben so getrennt und ohne Anastomosen wie in den übrigen Nerven.

Das Eigenthümliche am Ganglienerven erscheint nur in der Art, wie er seine Wurzelfäden sammelt und wieder zu peripherischer Verbreitung abgiebt. Die von den Wurzeln kommenden Fäden laufen nämlich eine Strecke im Grenzstrang des Ganglienerven fort und gehen dann erst von ihm ab. Dadurch entsteht ein scheinbar zusammenhängender Strang vom Ganglion cervicale supremum bis zum Ganglion coccygeum. Ich sage scheinbar zusammenhängender Strang; denn dass die vom Ganglion cervicale supremum kommenden Fasern bis zum Ende des Grenzstranges fortlaufen sollten, ist eine durch keinerlei Thatsachen gerechtfertigte Vorstellung. Die Fasern, welche zuerst in den Grenzstrang treten, gehen auch zuerst wieder von ihm ab, dann die folgenden und so weiter, zuerst die Nervi cardiaci, dann die Nervi splanchnici, dann die renales, dann die aortici, u. s. w. Diess Entspringen und Abgeben lässt sich mit dem Verhalten des Musculus sacro-lumbaris an den Rippen vergleichen, welcher an der inneren Seite Ursprünge sammelt, welche in den Muskel sich einweben, während auf der anderen Seite Fascikel abgegeben werden. Aber diese Eigenthümlichkeit des Ganglienerven ist auch nur scheinbar. Denn viele andere Nerven verhalten sich eben so, die Spinalnerven bilden scheinbare Verbindungsbogen und grosse Strecken hinab zuammenhängende Stränge durch diese Bogen, welche bald abgeben, was sie vorher erhalten. Eben so ist es mit dem Ramus descendens hypoglossi, zu dem die oberen Spinalnerven beitragen. Gleichen hierin die Spinalnerven dem Ganglienerven annäherungsweise, so kommt es hinwieder vor, dass der Ganglienerve keinen ganz zusammenhängenden Grenzstrang bildet, dass nämlich die Verbindungen zwischen den Wurzelsträngen hier und da fehlen oder ausserordentlich dünn sind, wie bei den Schlangen. Bei diesen giebt vom Herzen bis After jeder Spinalnerve einen Ramus intestinalis, welche nur durch Schlingen, wie andere Nerven, zusammenhängen.

Da der Ganglienerve regelmässig Fascikel motorischer und sensorieller Fäden von den Spinalnerven als seine Wurzeln motorischen und sensoriellen Antheils aufnimmt, so wird ein ähn-

liches Verhalten zu denjenigen Hirnnerven auch wahrscheinlich, welche den Spinalnerven analog, d. h. doppeltwurzelig sind. In der That, der N. trigeminus, hypoglossus, vagus, glossopharyngeus geben Wurzeln in das Ganglion cervicale supremum und sofort in den Strang des Ganglienerven ab. Der Ganglienerve nimmt also auch Wurzeln sensorieller und motorischer Art aus jenen Hirnnerven auf.

IV. Capitel. Vom grauen Fasersystem und den Eigenschaften dieser Fasern.

Welche Bedeutung haben die von Ganglienerven auf andere Nerven übergehenden grauen Bündel? Retzius (*Isis* 1827. 997.) hat sie am N. trigeminus des Pferdes beschrieben; gezeigt, dass mit ihnen kleine Knötchen innerhalb des Nervenstammes zusammenhängen und dass sie sich bis in die Nervi nasales und die Nasenschleimhaut verfolgen lassen.

Durch die Beobachtungen von Remak haben wir das eigenthümliche mikroskopische Verhalten der grauen Fasern kennen gelernt. Sie sind durchaus von den röhrigen oder sensitiven und motorischen Nervenröhren verschieden. Erstens sind sie viel feiner; dann lässt sich an ihnen durchaus kein Unterschied von Röhre und Inhalt erkennen; ferner sind sie so blass und durchsichtig, dass man ihre Begrenzung nur bei starker Beschattung sieht; endlich sind sie ganz charakteristisch seitlich hier und da mit rundlichen oder ovalen kleinen Körperchen besetzt. Remak hat diese Fasern an vielen Stellen in den grauen Bündelchen des Sympathicus gefunden und eben solche Fasern seltener in vielen Cerebrospinalnerven gesehen. Man muss zu diesen Beobachtungen starke Vergrösserung und starke Beschattung anwenden. Um sich von der Existenz dieses eigenthümlichen Fasersystems zu überzeugen, ist es nöthig, diese Fasern zuerst in einem durch und durch grauen Nerven zu studiren. Hier sind sie entweder gar nicht oder nur mit äusserst wenigen röhrigen Fasern vermengt. Ich überzeugte mich von der Richtigkeit der Beobachtung an dem carotischen Theile des Ganglienerven, welcher vorzugsweise und ganz grau ist. Man suche den zum Nervus abducens und ersten Ast des Trigeminus gehenden dicken grauen Nerven beim Kalbe auf. Er liegt dicht unter dem N. abducens im Rete mirabile, nahe der innern Seite des Ganglion Gasseri. Hier steigt er herauf und schliesst sich mit einem starken Bündel an den ersten Ast des Trigeminus an, so wie dieser aus dem Ganglion Gasseri herauskommt, mit einem kleineren Fascikel läuft er mit dem Abducens fort, ein starkes Fascikel geht auf den zweiten Ast des Trigeminus. Der graue Stamm, aus welchem diese starken Bündel kommen, ist gegen eine Linie dick. Er besteht fast ganz aus den bezeichneten eigenthümlichen Fasern. Man sieht auch einige, aber ganz ausserordentlich seltene röhrige Fasern darin; nur zuweilen sieht man über ein ganzes Fascikel von organischen

Fasern unter dem Mikroskop eine vereinzelte röhrige Faser hinlaufen, und man erkennt noch mehr den deutlichen Unterschied.

Aus solchen Fasern bestehen nun alle vorher beschriebenen grauen Bündel, welche sich peripherisch über den ersten und zweiten Ast des Trigeminus und auf den Nervus abducens ausbreiten. Sie finden sich ebenfalls in dem vom Ganglion oticum (in welchem ich den Plexus ganglioformis Santorini erkenne), auf den dritten Ast, namentlich den N. buccinatorius übergehenden grauen Bündeln. REMAK fand einzelne Bündelchen in den meisten Cerebrospinalnerven, die er untersuchte. An der Verbindung des Grenzstranges des Gangliennerven mit den Spinalnerven, durch den Ramus communicans fand er sie wieder, sie gehen vom Ganglion des Gangliennerven auf den Intercostalnerven, während der grössere Theil des Ramus communicans aus röhrigen Fasern besteht, welche aus den Wurzeln des Spinalnerven in den Gangliennerven treten. Es findet also ein gegenseitiger Austausch statt.

In der vorigen Auflage dieses Lehrbuchs ist ausführlicher von dem Antheil gehandelt, welchen die grauen Bündel in den verschiedenen Nerven neben den eigentlichen Nervenröhren nehmen.

Ueber die Wirkungen der grauen Fasern sind verschiedene Vermuthungen aufgestellt worden. Ihr Vorwiegen im Gangliennerven liess vermuthen, dass sie trophische Wirkungen äussern, oder dass sie den unwillkürlichen Bewegungen vorstehen. In der vorigen Auflage dieses Lehrbuchs I. p. 681. und II. p. 503. sind die Gründe angeführt worden, auf welche sich diese Ansichten gründen. Mehrere Physiologen halten die Gegenwart der röhrigen Fasern in den Herznerven und Drüsennerven für die eigentliche Quelle der motorischen und trophischen Wirkungen. VALENTIN *de funct. nerv. cerebral.* Diese Ansicht reicht allerdings zur Erklärung der physiologischen Erscheinungen aus. Aber die Frage von der Natur und Bedeutung der grauen Bündel ist damit nicht erledigt und ich theile nicht die Ansicht, dass die grauen Bündel nur eine besondere Art von Zellgewebe, von Neurilem, sei, herrührend von der Verlängerung der Scheiden der Ganglienkugeln. Mögen diese Fasern Verlängerungen der Ganglienkugeln selbst oder nur ihrer Scheiden sein (s. oben p. 528.), so kommen sie an allen gangliösen Nerven vor, verbreiten sich von den Ganglien auf die Nerven und von einem Ganglion auf das andere und sie bilden daher eine Art Commissurensystem der Ganglien, unabhängig von den vorbeigehenden röhrigen Fasern, welches wahrscheinlich bei der Wechselwirkung der Ganglien eine bestimmte Rolle spielt. MUELLER's *Archiv.* 1839. *Jahresbericht. CCIII.* Die Untersuchungen von WILL über die Ganglien und ihre faserigen Fortsetzungen führen auch auf diese Ansicht und er hat auch ähnliche Consequenzen gezogen.

Alle Elemente des sympathischen oder Ganglien-Nervensystems sind übrigens bei einzelnen Thieren oder an einzelnen Stellen ganz durch Cerebrospinalnerven und ihre Elemente ersetzt. Die Cyclostomen (Petromyzon sowohl als die Myxinoiden) haben keinen eigenen Gangliennerven. Dagegen geht der aus beiden Vagi

gebildete Nervus intestinalis der Myxinoiden an der Insertionsstelle des Mesenteriums bis zum After. Hierher gehört auch das Factum, dass die Milchdrüse des Menschen keine besondern Nerven vom Sympathicus erhält, welche ich vergebens aufsuchte. Die Nerven der Drüsensubstanz der Mamma kommen in der That nur vom 3. und 4. Intercostalnerven. *Jahresbericht. Archiv.* 1837. *XXVII.*

V. Capitel. Vom Nervensystem der Wirbellosen.

Die Entdeckungen über die Verschiedenheit der sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven und Gehirnnerven führten in neuerer Zeit auch zu lichtvollen Ideen über die Zusammensetzung des Nervensystems bei den Wirbellosen.

Der Bauchstrang der Insekten und Crustaceen ist aus einem vordern und hintern Paar von Strängen zusammengesetzt. Das obere Paar nimmt keinen Antheil an den Ganglien des Bauchstranges, die dem untern Paar allein angehören. Der Analogie nach sind die ganglienlosen Stränge die motorischen, die gangliösen die sensoriellen; aber das Verhältniss der Lage ist umgekehrt, als bei den Wirbelthieren, wo die gangliösen oder sensoriellen Wurzeln die hintern sind. Treviranus und E. H. Weber hatten die Vermuthung aufgestellt, dass die Ganglien des Bauchstranges der Articulaten den Ganglien der Spinalnerven (den Ganglien der sensitiven Wurzeln) entsprechen. Die gemischten Nerven des Bauchstranges entstehen nach Newport's Untersuchungen bei Astacus marinus durch Wurzeln, die theils den Ganglien, theils den oberen ganglienlosen Strängen angehören. Bei diesen Thieren sah Newport auch Nerven, welche bloss von den oberen Strängen und nicht von den Ganglien entspringen und bloss zu Muskeln hingehen, also jedenfalls motorisch sind. Grant, *the Lancet. London* 1834. *Juli.* Newport, *philos. Transact.* 1834. *p.* 2.

Nach einer Mittheilung von Prof. Sharpey haben die Armnerven der Cephalopoden (Octopus) eine ganz ähnliche Structur wie der Bauchstrang der Articulaten. Sie bestehen aus 2 Paar Strängen, wovon das eine Paar von Stelle zu Stelle gangliöse Anschwellungen bildet, das andere Paar an der Ganglienbildung keinen Antheil nimmt. Die Lage der Anschwellungen entspricht den Saugnäpfen der Arme.

III. Abschnitt. Von der Mechanik des Nervenprincips *).

Unter Mechanik des Nervenprincips versteht man hier dasselbe, was unter Mechanik des Lichts in der Physik verstanden wird, nämlich die Gesetze, nach welchen die Leitung der Wirkung in den Nerven erfolgt, oder die Lehre von der Bewegung des Nervenprincips. Ob bei der Wirkung der Nerven von einer Stelle zur andern mit unmessbarer Geschwindigkeit eine imponderable Materie den Nerven durchströme, und in dem abgeschnittenen Nerven selbst durch Reiz entladen den Nerven durchströme, oder ob die Wirkung des Nervenprincips bloss eine vom Gehirn oder durch einen Reiz im Nerven erregte Oscillation, Schwingung des schon darin vorhandenen imponderablen Nervenprincips ist, ist jetzt noch ungewiss, und eben so wenig ganz bestimmt zu beantworten als dieselbe Frage von dem Lichte, ob nämlich die Emanations- oder Undulationstheorie richtig sei. Die Gewissheit darüber ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervenprincips eben so wenig nöthig, als die Erkenntniss der Mechanik des Lichtes bei der Reflexion, Refraction u. s. w. von der Entscheidung der Richtigkeit einer jener beiden Theorien abhängig war. Wir werden übrigens diese Frage im vierten Capitel dieses Abschnittes untersuchen.

Bei der Vergleichung der verschiedenen Theile des Nervensystems zeigen sich Conductoren und Motoren des Nervenprincips. Die Conductoren sind die Nerven, die Motoren die Centralorgane. Die Nerven zeigen sich indess nicht als blosse Conductoren, sie sind, vom Gehirn getrennt, in der ersten Zeit immer noch Motoren und Conductoren zugleich, indem Reize auf sie angewandt sie zur Bewegung der Muskeln anregen; allmälig aber verlieren sie, vom Gehirn getrennt, die Fähigkeit, Motoren sowohl als Conductoren des Nervenprincips zu sein. Stellt man sich den Nerven als Conductor vor, so kann man sich die Leitung auch wieder wie die Wirkung des Nervenprincips doppelt denken. Entweder wird das imponderable Fluidum der Nerven in einer gewissen Richtung durch den Conductor als ein Strom geleitet, oder es wird die Oscillation dieses Fluidums nur in den Nervenfasern angeregt. Die Schnelligkeit der Nervenwirkung ist entweder die Schnelligkeit der Leitung des imponderablen Nervenfluidums vom Gehirn zu den peripherischen Theilen und umgekehrt, oder die Schnelligkeit, mit der eine vom Gehirn oder einer beliebigen Stelle des Nerven ausgehende Schwingung bis zu seinem peripherischen Ende und umgekehrt sich verbreitet.

*) Dieser Abschnitt erscheint mit wenigen Veränderungen wie in der ersten Auflage von 1834.

Welche von beiden Vorstellungen die richtige ist, ist für die Frage von Schnelligkeit der Nervenwirkung auch wieder gleichgültig.

Alle Versuche, die Schnelligkeit dieser Wirkung zu messen, beruhen auf keiner erfahrungsmässigen sichern Basis. Haller schrieb dem Nervensafte eine Geschwindigkeit von 9000 Fuss in der Minute; Sauvages von 32,400, ein Anderer von 57,600 Millionen Fuss in der Sekunde zu. (Haller *Elem. IV. p.* 372.) Zur Zeit als das galvanische Agens noch mit dem Agens der Nerven für identisch gehalten wurde, berechnete man aus der Schnelligkeit der elektrischen Leitung die Schnelligkeit des Nervenprincips. Wir werden wohl auch nie die Mittel gewinnen, die Geschwindigkeit der Nervenwirkung zu ermitteln, da uns die Vergleichung ungeheurer Entfernungen fehlt, aus der die Schnelligkeit einer dem Nerven in dieser Hinsicht analogen Wirkung des Lichtes berechnet werden kann. Neuerdings ist man auf eine Verschiedenheit der Beobachtung kleinster Zeittheile durch den Gehörsinn und Raumtheile durch den Gesichtssinn von Seiten der Astronomen aufmerksam geworden, welche Einigen wahrscheinlich machen könnte, dass die Schnelligkeit der Nervenwirkung zwischen verschiedenen Theilen des Nervensystems und selbst bei verschiedenen Individuen verschieden ist. Das Detail dieser Beobachtung ist von Nicolai, Direktor der Mannheimer Sternwarte, und durch Treviranus bei der Versammlung der Naturforscher zu Heidelberg mitgetheilt worden.

„Ein sehr grosser Theil der astronomischen Betrachtungen besteht darin, dass man an einer Sekundenuhr die Momente beobachtet, wenn ein Stern, vermöge der scheinbaren täglichen Umdrehung der Himmelskugel um ihre Achse, vor den Mikrometerfäden eines feststehenden Fernrohrs vorübergeht. Der Raum, den ein Stern während einer ganzen Sekunde im Fernrohr durchläuft, ist, zumal wenn dasselbe stark vergrössert, so bedeutend, dass man das Moment des Vorüberganges des Sterns vor dem Mikrometerfaden nicht etwa auf eine halbe oder drittel Sekunde, sondern bei einiger Uebung und bei günstigem Zustande der Luft selbst bis auf $\frac{1}{10}$ Sekunde anzugeben vermag. Zu diesen Beobachtungen werden mithin zu gleicher Zeit zwei Sinne in Requisition gesetzt, das Gesicht und das Gehör. Während man mit dem Auge das stetige Fortrücken des Sterns im Fernrohr verfolgt, bemerkt das Ohr die einzelnen Sekundenschläge der nebenstehenden Pendeluhr. Zum Behuf der oben angezeigten genauen Taxation des wirklichen Vorüberganges des Sterns vor dem Mikrometerfaden bemerkt man sich, wenn der Stern bereits nahe an den Faden gerückt ist, diejenige Entfernung, die er bei einem gewissen Sekundenschlag noch diesseits vom Faden hat, und eben so diejenige, die bei dem nächst folgenden Sekundenschlag bereits jenseits des Fadens stattfindet. Aus der Vergleichung der Grösse dieser beiderseitigen Abstände lässt sich sodann mit grosser Schärfe das wahre Moment des Vorüberganges des Sterns vor dem Faden, oder der jedesmalige Bruchtheil der Sekunde, in welchem der Sternübergang erfolgt ist, angeben. Be-

reits vor einigen Jahren bemerkte der berühmte Direktor der Königsberger Sternwarte, Herr Prof. Bessel, dass er das Moment des Appulses eines Sterns an die Fäden des Fernrohrs merklich anders angab, als seine Mitbeobachter. Die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand verdoppelte sich also, und es wurde zum Zweck einer nähern Untersuchung desselben eine eigene Reihe von Beobachtungen angestellt. Der Erfolg war aber, dass Bessel immer andere Momente angab, als seine Mitbeobachter, und diese wieder unter sich mehr oder weniger von einander differirten, während die Resultate eines jeden einzelnen Beobachters ganz vortrefflich harmonirten. Auch ich, sagt Nicolai, habe bis jetzt zwei Mal Gelegenheit gehabt, hierüber Untersuchungen anzustellen. Im Frühling 1827 hatte ich das Vergnügen eines Besuchs von Herrn Professor Knorre, Direktor der Kaiserlichen Sternwarte zu Nicolajef. Sein Aufenthalt in Mannheim wurde sogleich benutzt, um gemeinschaftliche Beobachtungen anzustellen. Es ergab sich aus der Vergleichung unserer Resultate mit grosser Schärfe, dass Herr Knorre um die beträchtliche Grösse einer halben Sekunde die wahren Beobachtungsmomente später angab als ich. Vor wenigen Wochen habe ich diesen interessanten Versuch mit einem andern geschickten Beobachter, dem durch mehrere astronomische und mathematische Arbeiten bereits auf das rühmlichste bekannten Herrn Thomas Clausen aus Dänemark wiederholt. Es fand sich, dass dieser um $\frac{1}{3}$ Sekunde die Beobachtungsmomente später angab als ich. Bei anderen Beobachtern sind diese Unterschiede noch viel grösser, so steigt z. B. die Differenz der Angaben zwischen den Professoren Bessel und Knorre bis auf die enorme Grösse von einer ganzen Sekunde, um welche dieser die Momente später angiebt als jener. Ueberhaupt sind bisher über diese Merkwürdigkeit von mehreren Beobachtern so viele sichere Proben angestellt worden, dass das Faktum selbst über allen etwanigen Zweifel weit erhaben ist.“ *Isis* 1830. *p.* 678.

Nicolai behauptet, dass diese merkwürdige Erscheinung nicht anders als durch eine Verschiedenheit in der Schnelligkeit der Wirkung vom Auge zum Bewusstsein und vom Ohr zum Bewusstsein erklärt werden könne. Nimmt man nämlich an, dass bei vereinigter und auf denselben Gegenstand gerichteter Thätigkeit dieser beiden Sinne ein solches Individuum früher sieht als es hört, dass dagegen bei einem andern Individuum beide Reflexe in einem minderen Grade verschieden, oder zu gleicher Zeit, oder selbst in umgekehrtem Sinne, d. h. das Sehen später als das Hören erfolgen, so erklärt sich die Erscheinung vollkommen und ungezwungen. Es würde aber daraus die wichtige Folgerung hervorgehen, dass die Wechselwirkung zwischen Sinnesorganen und dem Bewusstsein nicht völlig momentan ist. Aus diesen Erscheinungen liesse sich hoffen, dem Problem von der Schnelligkeit der Nervenwirkung näher zu kommen, wenn nicht noch eine ganz andere Erklärung derselben möglich und sogar wahrscheinlicher wäre. Es ist bekannt, dass das Bewusstsein nicht leicht zweierlei Empfindungen mit gleicher Intensität der

Aufmerksamkeit haben kann, und dass das Bewusstsein, wenn mehrere Empfindungen zu gleicher Zeit stattfinden, entweder nur einer oder abwechselnd verschiedenen die Aufmerksamkeit zuwendet. Wenn daher zu gleicher Zeit etwas gehört und mit dem Gesicht observirt werden soll, so ist es unvermeidlich, dass nicht zuerst gehört und dann gesehen wird. Der Zeitunterschied zwischen zweierlei bewussten Empfindungen ist aber bei verschiedenen Menschen verschieden, wie denn Manche viel zu gleicher Zeit empfinden und merken, Andere aber hierzu eine merkliche Zeit nöthig haben.

Die Zeit, in welcher eine Empfindung von den äusseren Theilen auf Gehirn und Rückenmark, und die Rückwirkung auf die äusseren Theile durch Zuckungen erfolgt, ist auch unendlich klein und unmessbar. Wenn man Frösche mit Opium oder Nux vomica vergiftet, so werden sie zuerst so ungeheuer sensibel, dass die geringste Berührung der Haut eine Zuckung am ganzen Rumpfe erregt. Hier erfolgt die Wirkung von der Haut zuerst auf das Rückenmark, und vom Rückenmark auf alle Muskeln. Dennoch ist es mir unmöglich gewesen, den geringsten Zeitunterschied zwischen der Berührung und den Zuckungen zu bemerken.

I. Capitel. Mechanik der motorischen Nerven.

I. Von den Gesetzen der Leitung des Nervenprincips in den Bewegungsnerven.

I. Die motorische Kraft wirkt in den Nerven nur in der Richtung der zu den Muskeln hingehenden Primitivfasern, oder in der Richtung der Verzweigung der Nerven und niemals rückwärts. Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, dass, wenn man einen Muskelnerven reizt, die Zuckung in keinem andern Muskel eintritt, als in welchem sich der Nerve verzweigt. Reizt man einen Nervenstamm caustisch, mechanisch, elektrisch oder durch unmittelbare Anwendung beider galvanischen Pole auf den Nerven, so zucken die Muskeln aller Nervenzweige des gereizten Stammes, und niemals ein anderer Muskel. Man kann daher auch niemals durch unmittelbare caustische, mechanische oder galvanische Reizung eines Nerven durch beide Pole Zuckungen in Muskeln erregen, welche von Nervenzweigen abhängig sind, die über der gereizten Stelle vom Stamme abgehen. Nie erfolgt eine Spur einer Zuckung in den Muskeln des Oberschenkels, wenn man den untern Theil des N. ischiadicus reizt, wo er die Aeste für die Oberschenkel schon abgegeben hat. Es ist daher eine sichere Thatsache, *dass die motorische Kraft der Nerven nur in der Richtung der Nervenzweige, niemals rückwärts wirkt.* Man kann zwar auch Zuckungen in allen Muskeln erregen, die in dem galvanischen Strome, oder deren Nerven in dem galvanischen Strome liegen, wenn man den einen galvanischen Pol auf den Nerven am untern Theile des Körpers, den andern Pol auf Muskeln der obern Theile applicirt, und dann zucken auch die Muskeln der

obern Theile; allein diese Anwendungsart des Galvanismus ist, wie ich schon bemerkte, durchaus verschieden von der unmittelbaren Reizung der Nerven durch beide Pole. Im letzten Falle wird nur der Nerve und seine motorische Kraft gereizt durch Anwendung eines galvanischen Stromes durch die Dicke des Nerven, und der Erfolg ist durchaus eben so, als wenn man den Nerven mechanisch reizt; im ersten Falle dagegen, wo viele andere Theile, Nerven und Muskeln in dem galvanischen Strome zwischen beiden Polen liegen, wird jeder Muskel und jeder Nervenzweig an seinem Orte von dem galvanischen Strome gereizt, und alle Muskeln zucken, die in dem galvanischen Strome liegen; auch müssen die Muskeln zucken, die zwar nicht im galvanischen Strome liegen, deren Nervenstämme aber dem galvanischen Strome ausgesetzt sind. Es wiederholt sich also auch nur wieder diese constante Erfahrungsthatsache, dass ein unmittelbar auf jede Art gereizter Muskelnerve mit motorischer Kraft nur auf die Muskeln seiner Nervenäste wirkt, niemals aber auf die Nervenzweige zurückwirkt, die oberhalb der gereizten Stelle vom Nervenstamme abgehen.

II. Die zweite Thatsache ist, *dass die mechanische oder galvanische Reizung eines Theiles eines Nervenstammes nicht die motorische Kraft des ganzen Stammes, sondern nur die des isolirt gereizten Theils in Anspruch nimmt*, so dass nicht alle Muskeln zukken, welche von dem Stamme Zweige erhalten, sondern nur diejenigen, welche von dem gereizten Theile eines Nervenstammes aus Zweige erhalten. Diese Versuche kann man, um an grösseren Nervenstämmen zu operiren, an Kaninchen machen. Man legt den N. ischiadicus gerade an seinem Austritte aus dem Bekken bloss. Man kann dort leicht verschiedene Abtheilungen desselben mit der Nadel isolirt reizen; Abtheilungen, welche später erst aus dem Stamme sich als Aeste entwickeln. Man wird sich überzeugen, dass immer nur diejenigen Muskeln zucken, in welche sich der gereizte Theil des Nervenstammes verzweigt, nicht aber andere Muskeln des Ober- und Unterschenkels. Um die kleinsten Zuckungen der Muskeln zu sehen, muss man vorher die Haut vom ganzen Bein bis zum Fuss an dem lebenden Thiere abziehen. Als ich den Nerv. ischiadicus, ehe er sich in den Nervus peronaeus und tibialis theilte, in mehrere Bündel trennte und jedes dieser Bündel isolirt reizte, sah ich bei dem einen Bündel eine Zuckung in anderen Muskeln am Unterschenkel, als beim Reizen anderer Bündel, und so bewegten sich denn bald die Wadenmuskeln, bald streckten, bald beugten sich die Zehen. Ja ich konnte Zuckungen in verschiedenen Stellen der Wadenmuskeln bemerken, wenn ich den N. peronaeus in verschiedene Bündel abtheilte, und jedes dieser Bündel mit der Nadel reizte. Dasselbe sieht man bei galvanischen Versuchen mit unmittelbarer Reizung einzelner künstlich abgesonderter Bündel des N. ischiadicus beim Frosch.

Man präparire sorgfältig ohne Zerrung eines Nerven beim Frosch ein Faserbündelchen des ganzen Schenkelnerven ab, und galvanisire es durch Anwendung beider Pole und der Kette auf

dieses Bündelchen. Obgleich diess gegen die Schenkelmuskeln zu noch in den ganzen Stamm zu den übrigen Nervenfasern des ganzen Stammes tritt, so zucken doch nicht alle Muskeln des Schenkels, sondern es entsteht eine ganz geringe Zuckung an einer einzelnen Stelle der Wadenmuskeln, Zehenbeuger, Zehenstrecker, Fussmuskeln, welche wahrscheinlich von der Fortsetzung jener Fasern im Stamme versehen wird.

Wird hingegen in dem vorher beschriebenen Versuche die Armatur nicht allein an dem Nervenfäserchen selbst, sondern die eine Platte an dem Fäserchen, die andere an dem dickern Theil des Nerven angelegt, so zuckt allerdings die ganze Extremität (A. v. Humboldt *a. a. O. I. p.* 212.); da indess in diesem Falle das galvanische Fluidum nicht auf das Fäserchen isolirt bleibt, sondern auf den Stamm des Nerven geleitet wird, so ist es gerade so gut, als ob der ganze Stamm des Nerven unmittelbar mit beiden Platten armirt worden wäre.

III. Ein Rückenmarksnerve, der in einen Plexus tritt und zur Bildung eines grossen Nervenstammes mit anderen Rückenmarksnerven beiträgt, theilt seine motorische Kraft nicht dem ganzen Stamme mit, sondern den Fasern, in welche er sich vom Stamme bis in die Zweige fortsetzt. Versuche von van Deen, von mir und von Kronenberg zeigen diess.

Beim Frosch kann man die Spinalnerven einzeln reizen, welche zur Bildung des N. ischiadicus zusammentreten, ehe sie sich vereinigt haben. Der Nervus inguinalis hängt durch ein sehr kurzes Verbindungsstück mit dem zweiten Nerven zusammen, so dass das Verbindungsstück meist vom zweiten kommend sich an den ersten anschliesst, sodann von diesem an den zweiten geht. Ferner verbindet sich der ganze zweite Nerve der Extremität mit dem ganzen dritten Nerven; aus dieser Verbindung entsteht der N. ischiadicus, der sich sowohl an der Haut des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses, wie in den Muskeln dieser Theile verzweigt. Man reizt die Nerven einzeln entweder mechanisch mit der Nadel, oder galvanisch, indem man beide Pole auf den Nerven wirken und einen galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt, wobei man jeden Nerven, der zum Plexus beiträgt, von den übrigen auf einer Glasplatte isolirt. Man wird hierbei finden, dass beim Reizen der einzelnen Nerven, die zum N. ischiadicus zusammentreten, nicht gleiche Zuckungen in den Hinterbeinen erfolgen, sondern verschiedene, bei dem einen Nerven am Oberschenkel, bei dem andern am Unterschenkel oder am Fuss. Unter den drei Nerven, welche den Plexus der hinteren Extremität bilden, bewirkt der erste, gereizt, Zuckungen an der innern Seite des Oberschenkels, der zweite, der mit dem dritten den N. ischiadicus bildet, allein gereizt, Zuckungen der Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels, aber nicht des Fusses (die indess in mässigem Grade von Kronenberg beobachtet wurde); der dritte Bewegungen des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses. Van Deen's Versuche sind auf andere Weise angestellt. Er durchschnitt jeden der in den Plexus tretenden Nerven einzeln, und fand, dass trotz der Verbindung die-

ser Nerven untereinander, doch verschiedene Muskeln gelähmt wurden. Nach Durchschneidung des N. inguinalis führte der Frosch noch alle Bewegungen mit den Beinen aus, mit Ausnahme der Anziehung des Oberschenkels zu dem Bauche. Nach Durchschneidung des zweiten Nerven vor dem Plexus hörte alle Bewegung der Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels auf, während die Bewegung am Fusse noch unversehrt blieb. Wurde der Verbindungszweig des N. inguinalis mit dem zweiten Nerven durchschnitten, so konnte der Frosch nicht mehr das Bein zum Unterleib anziehen; nach der Durchschneidung des N. inguinalis unter dieser Verbindung wurde dasselbe beobachtet. Wurde der N. ischiadicus von seinen beiden Wurzeln aus eingeschnitten oder der Länge nach getheilt, so war die Folge dieselbe, als wäre der ganze Stamm des N. ischiadicus durchschnitten worden, woraus van Deen schliesst, dass innerhalb der Verbindung beider Nerven eine Kreuzung der Nervenfasern beider Nerven stattfinde; denn es waren sowohl der Oberschenkel als Unterschenkel und Fuss gelähmt. Nach Durchschneidung des dritten Nerven, der die zweite Wurzel des N. ichiadicus bildet, war der Fuss (und Unterschenkel grossentheils) gelähmt. Durch Durchschneidung des zweiten Nerven oder der ersten Wurzel des N. ischiadicus hörte die Flexion und Extension des Oberschenkels auf, während die Bewegung am Fusse und untern Theile des Unterschenkels fortdauerte. Die Versuche von Kronenberg weichen im Einzelnen etwas ab, führen aber zu demselben Resultate. Eben so dessen Versuche an den Nerven, welche den Plexus brachialis zusammensetzen. *Plexuum nervorum structura et virtutes. Berol.* 1836. Dass im Verlauf eines Nerven keine Mittheilung aus einer Faser in die andere stattfinde und dass die im Verlauf eines Nerven beständige Plexusbildung keine Ursache zur Mittheilung wird, beweist der Verf. durch einen sehr guten Versuch. Er schnitt den Nerven eines Frosches auf einer Seite bis fast zum Rande durch. Etwas davon entfernt schnitt er den Nerven noch einmal, aber auf der entgegengesetzten Seite bis fast zum Rande durch. Durch Reizung des Raumes über dem ersten Schnitt war es nun nicht möglich, das unter dem zweiten Schnitte liegende Stück der Muskeln und Nerven in Thätigkeit zu setzen. Der Zweck des Plexus der Nerven scheint in Beziehung auf die motorischen Nerven zu sein, jedem Muskel Fasern von verschiedenen Stellen des Gehirns und Rückenmarks zuzuführen. Diess wird z. B. durch den Plexus brachialis erreicht, wie die genauere Zergliederung desselben zeigt. Dann mögen die Plexus auch zur Mischung sensorieller und motorischer Fasern je nach dem Bedürfniss der Theile bestimmt sein.

In den vorhergehenden Erfahrungsgesetzen ist bewiesen, dass die Bündel der Primitivfasern, die in einen Stamm treten, in den Stämmen isolirt ihre Kräfte äussern, ohne die übrigen Primitivfasern zu erregen. Aber selbst einzelne Theile eines Muskels können sich isolirt zusammenziehen, wie die einzelnen Portionen der Flexores communes und des Extensor communis digitorum für die einzelnen Finger. Der Musculus glutaeus medius hat ganz

verschiedene Wirkungen, je nachdem sich sein vorderer oder hinterer Theil zusammenzieht. Ersterer rollt den Oberschenkel nach einwärts, letzterer nach auswärts. Die einzelnen Theile des Sphincter palpebrarum und des Sphincter oris können isolirt wirken. Diess muss von der Wirkung verschiedener Nervenfasern abhängen.

Uebereinstimmende alltägliche Erfahrungen sind, dass, obgleich dieselben Nerven oft Aeste an vielerlei Muskeln geben, der Hirneinfluss sich doch auf die Aeste oder einzelnen Bündel eines Stammes, die zu den Muskeln gehen, isoliren kann. Oft isolirt sich der Nerveneinfluss vom Gehirn aus, z. B. in Krankheiten desselben auf die kleinsten Muskelparthien, welche dann beben. Da aber alle Primitivfasern anatomisch geschieden sind, so folgt aus der Verbindung dieser anatomischen und physiologischen Thatsachen, dass alle Primitivfasern in den Stämmen und Aesten in ihren motorischen Kräften isolirt sind.

II. Ueber die associirten Bewegungen oder Mitbewegungen.

Unter Mitbewegungen verstehe ich diejenigen Bewegungen der Muskeln, welche mit intendirten willkürlichen Bewegungen gegen den Willen zugleich erfolgen. In früheren Zeiten wurden mehrere dieser Erscheinungen mit vielen anderen nicht hierher gehörenden associirte Bewegungen genannt. Wir meinen hier nur diejenigen Bewegungen, die durch Bewegungen hervorgerufen werden. Im gesunden Zustande sind diese Bewegungen schon sehr häufig, wir wollen die Muskeln des äussern Ohres bewegen, aber wir bewegen bei dieser Intention auch den Musculus epicranius und mehrere Gesichtsmuskeln mit. Wir wollen die Nasenflügel heben und senken, aber wir runzeln zugleich, ohne dass wir es wollen, die Augenbraunen. Ueberhaupt können die wenigsten Menschen die Bewegungen einzelner Gesichtsmuskeln isoliren; sie können vielmehr die einzelnen Gesichtsmuskeln nur bewegen, wenn sie in einer Gruppe von anderen Gesichtsmuskeln mitspielen. Die Dammmuskeln, Musc. sphincter ani, levator ani, transversus perinaei, bulbo-cavernosus, ischio-cavernosus, pubo-urethralis werden fast immer zusammen bewegt, wenn der Wille auch nur einen einzigen intendirt.

Am auffallendsten zeigt sich diese Association bei der Bewegung der Iris. Wir sind nämlich nicht im Stande, die Augen durch den Musc. rect. int. nach Innen zu kehren, ohne zugleich die Iris mitzubewegen und zusammenzuziehen. Auch kann das Auge nicht nach Innen und aufwärts gewandt werden (Musc. obliq. inf.), ohne dass die Iris enge wird. Die Bewegung dieser Muskeln und der Iris hängt von Aesten desselben Nerven ab, nämlich des N. oculomotorius, welcher die kurze oder motorische Wurzel des Ganglion ciliare abgiebt. Es springt daher bei der Intention des Willens auf den N. oculomotorius, und zwar auf die jene Muskeln versehenden Primitivfasern, das Nervenprincip immer auch etwas auf einen andern Theil der Primitiv-

fasern des N. oculomotorius, denjenigen, welcher sich in die kurze Wurzel des Ganglion ciliare fortsetzt, über.

In allen übrigen Muskeln zeigt sich ganz etwas Aehnliches. Den meisten Menschen ist es schwer, die einzelnen Bäuche des Musc. extensor communis digitorum willkürlich in Thätigkeit zu setzen und die einzelnen Finger z. B., den 3. u. 4., die keine besonderen Strecker haben, allein zu erheben; bei Anstrengungen gar wirken viele Muskeln durch Association mit, ohne dass diese Bewegungen irgend einen Zweck haben; der Angestrengte bewegt seine Gesichtsmuskeln, als wenn er mit denselben zum Heben der Last beitragen könnte; bei jedem angestrengten Athmen und bei geschwächten Menschen wirken die Gesichtsmuskeln zum Athmen unwillkürlich mit, ohne dass die Zusammenziehung dieser Muskeln, ausser dem Heben der Nasenflügel, irgend etwas zum Athmen beitragen könnte.

Es sind dieser Erscheinungen so viele, und sie treten so häufig und alltäglich ein, dass diese wenigen Beispiele eines immer in derselben Weise sich wiederholenden Phänomens genügen können. Doch muss ich eine Thatsache noch besonders hervorheben, weil sie uns die ausgebildetste Tendenz zur Mitbewegung zwischen gleichen Theilen der rechten und linken Seite zeigt. Diess ist die willkürliche Bewegung der Iris. Die Bewegung der Iris ist immer gleichzeitig in beiden Augen, sowohl die durch den äussern Reiz hervorgerufene als die von Innen intendirte, und die Bewegung erfolgt immer auf durchaus gleiche Art, mag der Reiz von Innen oder Aussen auch nur auf ein Auge wirken. Ist nur ein Auge geöffnet, so ist die Weite der Pupille bei dem auf Ein Auge stattfindenden Lichteindrucke grösser, als wenn beide Augen bei gleichem Lichteindruck offen sind. Ist der Lichteindruck auf beide Augen verschieden, so ist gleichwohl die Grösse der Pupille auf beiden Augen gleich, und entspricht dem Mittel aus beiden Lichteindrücken. So verhält es sich aber auch bei von Innen intendirten Bewegungen der Iris. Wir können die Iris immer willkürlich bewegen durch Association, wie ich schon anführte, nämlich durch Bewegung des Auges nach Innen, oder nach Innen und Oben; aber das Merkwürdigste hierbei ist, dass die Iris beider Augen sich verengt, wenn nur Ein Auge ganz nach Innen gestellt wird, das andere aber seine gerade Stellung behält. Ich besitze das Vermögen, die Iris durch Einwärtswenden der Augen zu verengern, was jeder Mensch hat, in einem ganz ausserordentlichen Grade. Schliesse ich Ein Auge *A* und sehe mit dem andern *B* gerade aus und unverwandt, so bewege ich die Iris des unverwandten Auges *B* ganz nach Willkür, je nachdem ich das bedeckte Auge *A* einwärts oder auswärts drehe. Hier ist die Ursache der wunderbaren Bewegung verdeckt, und die Bewegung erscheint um so auffallender, als das Auge, worauf die verborgene Ursache mitwirkt, ganz unverwandt ist. Sogleich wird aber dem Beschauer die Ursache offenbar, sobald ich das Auge *B* öffne, wo man dann sieht, dass ich, sobald ich die Iris in dem unverwandten Auge *B* verengern will, das Auge *A* nach Innen stelle. Offenbar muss nun im Gehirn

eine durch die Lagerung der Fasern bedingte Intention sein zur Association der Wirkungen in den Primitivfasern der N. oculomotorii, welche in die kurze Wurzel des Ganglion ciliare gehen.

Ein interessantes, nach unseren Principien leicht erklärbares Faktum ist die Verengerung der Iris beider Augen im Schlafe. Diess ist auch eine Mitbewegung, deren Ursache die Stellung der Augen nach Innen und Oben im Schlafe ist, wo mit der Thätigkeit des entsprechenden Zweigs des Oculomotorius auch die Mitreizung der zum Ganglion ciliare gehenden Fasern des Oculomotorius vom Gehirn aus erfolgt.

Ausser der Iris haben noch viele andere Muskeln beider Seiten die Tendenz zur Association ihrer Bewegungen vom Gehirn aus. So sind die Augenmuskeln zur Mitbewegung geneigt, denn es ist unmöglich, das eine Auge abwärts, das andere aufwärts, oder beide zugleich nach auswärts zu stellen. Immer bewegt sich das eine Auge unwillkürlich nach einwärts, wenn das andere nach auswärts gedreht wird. Ausführlicher werden wir davon im zweiten Bande dieses Werkes in der Lehre von den Bewegungen handeln. Es gehört Uebung dazu, ein Auge allein offen zu halten, also bloss den Musculus levator palpebrae superioris einer Seite durch den Nervus oculomotorius zu bewegen. Wenige Menschen können die Gesichtsmuskeln der einen Seite durch den N. facialis anders wirken lassen als auf der andern Seite. Ich vermag die Ohrmuskeln zu bewegen, selbst die kleineren, wenigstens ganz deutlich den Musc. antitragicus; aber wenn ich diess an einem Ohre thun will, geschieht es immer zugleich an dem andern Ohre. Selbst am Rumpfe zeigt sich eine ähnliche Tendenz zur gleichzeitigen Bewegung derselben Muskeln, aber viel geringer; die Bauchmuskeln und Dammmuskeln, das Zwerchfell wirken fast immer von beiden Seiten zugleich, und selbst die Nerven und Muskeln der Extremitäten, wenn sie auch in dieser Hinsicht freier sind, entziehen sich doch dem allgemeinen Gesetze nicht ganz; wenigstens ist es bekanntlich schwer, entgegengesetzte rotirende Bewegungen einer gewissen Richtung z. B. um eine gemeinschaftliche Querachse, mit beiden oberen oder beiden unteren Extremitäten zu vollziehen, während gleichartige Bewegungen mit beiden Extremitäten zugleich sehr erleichtert sind.

Die Theorie aller dieser Erscheinungen ist offenbar. Da die Primitivfasern aller willkürlichen Nerven in den Centraltheilen zuletzt sammt und sonders explicirt werden, um dem Einfluss des Willens unterworfen zu werden, so kann man sich die Anfänge aller Nervenfasern willkürlicher Nerven gleichsam wie die Tasten eines Claviers vorstellen, welche der Gedanke spielt oder anschlägt, indem er die Strömung oder Schwingung des Nervenprincips in einer gewissen Anzahl Primitivfasern, und dadurch Bewegung veranlasst. Am Ursprung dieser Fasern muss die Leitung der Hirnsubstanz die gleichzeitige Affektion nahe liegender Primitivfasern erleichtern, so dass es der Intention des Willens schwer wird, sich auf einzelne Primitivfasern zu beschränken. Diese Fähigkeit der Isolation wird aber durch Uebung erlangt, das heisst, je öfter eine gewisse Zahl Primitivfasern der Inten-

tion des Willens ausgesetzt wird, um so mehr erhalten sie die Neigung, der Intention allein, ohne die nebenliegenden Primitivfasern, zu gehorchen, um so mehr bilden sich gewisse Wege der leichtern Leitung aus. Wir sehen in gewissen Künsten diese Fähigkeit der Isolation auf den höchsten Grad der Ausbildung gebracht, wie beim Spielen musikalischer Instrumente, besonders beim Clavierspielen.

Alle Mitbewegungen haben ihren Ursprung in den Centraltheilen selbst, durch eine Communication der Primitivfasern in einem motorischen Nerven können sie nicht erklärt werden, weil die Primitivfasern nicht communiciren, und weil die Reizung eines Theiles von einem grossen Nervenstamm niemals auf die übrigen Theile des Nervenstammes, sondern nur auf die Fortsetzung der Fasern des gereizten Theiles vom Stamme wirkt.

Durch den N. sympathicus können die Mitbewegungen auch nicht erklärt werden, weil dieser auch keine Verbindungen der einzelnen Theile eines motorischen Nerven unterhält, auch nicht die symmetrischen Nerven beider Seiten, sondern nur das Gehirn und Rückenmark diese verbindet.

II. Capitel. Mechanik der Empfindungsnerven.

I. Von den Gesetzen der Leitung in den sensibeln Nerven.

Um Empfindung zu haben, muss ein Nerve noch mit dem Organe des Bewusstseins, mit dem Gehirn unmittelbar oder mittelbar durch das Rückenmark zusammenhängen. Betrachten wir jetzt auch hier das Verhältniss der Nervenäste zu den Nervenstämmen.

I. Wenn ein Nervenstamm gereizt ist, so haben alle Theile, welche Zweige von dem Stamme erhalten, Empfindung der Reizung, und es ist eben so gut, als wenn alle letzten Aeste desselben gereizt werden. Reizt man einen Zweig eines Nervenstammes, so ist die Empfindung des Reizes auf den Theil beschränkt, zu welchem dieser Zweig hingeht. Reizt man den Stamm aller Zweige, so ist die Empfindung auf alle Theile ausgedehnt, zu welchem Zweige dieses Stammes hingehen. Diese Versuche kann man begreiflich nur an sich selbst anstellen, sie liefern aber eben so sichere Resultate, wie die Versuche über Bewegung bei Thieren. Wenn man den N. cubitalis absichtlich über der innern Seite des Ellbogens oder über dem Condylus internus zerrt oder quetscht, indem man mit den Fingern den N. cubitalis hin und her schiebt und drückt, so hat man die Empfindung von Prickeln und Nadelstichen, oder von einem Stoss in allen Theilen, in welchen sich der N. cubitalis endlich verzweigt, namentlich in der Fläche und auf dem Rücken der Hand, in dem 4. u. 5. Finger. Drückt man stärker, so hat man auch Empfindungen im Vorderarme. Durch starkes Auf- und Abwärtsstreichen mit dem Daumen an der innern Fläche des Oberarms und durch Druck in die Tiefe am obersten innern Theile des Arms trifft man leicht den Ner-

vus radialis, medianus, und man hat ähnliche Empfindungen in den Theilen, wo sie sich verbreiten. Drückt man einen grossen Nervenstamm für ein ganzes Glied, z. B. den Nervus ischiadicus, so hat man die bekannte Empfindung von Prickeln, Nadelstichen und Einschlafen im ganzen Beine, und leicht kann man es durch eine besondere Lage des Oberschenkels beim Sitzen so einrichten, dass der N. ischiadicus bei seinem Austritt schon gedrückt wird. Auf diese Art kann man nach und nach die Stellen finden, wo man durch mechanische, ganz unschädliche Reize an vielen auch kleinen Nerven ähnliche Versuche an seinem eigenen Körper anstellen kann, wie sonst über Bewegungen an Thieren angestellt werden. Man wird sich dabei immer überzeugen, dass bei Reizung eines Stammes jedesmal die Empfindung in den äusseren Theilen aller seiner Aeste stattfindet, gerade so wie bei Reizung eines Muskelnervenstammes die Bewegungen in den Muskeln aller seiner Aeste stattfinden. Es ist also hier gerade so wie bei der motorischen Kraft, nur dass diese noch auf die Muskeln durch Reizung des Nerven wirken kann, wenn der Nerve schon nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängt, die Empfindung aber nur stattfindet, wenn die Reizung der Nerven noch zu dem Gehirn gelangt.

II. Die Reizung eines Nervenzweiges ist mit Empfindung begleitet, die auf die Verbreitung dieses Zweiges beschränkt ist, und (wenigstens in der Regel) nicht mit Empfindung in den Nervenzweigen, die höher vom Nervenstamme oder von demselben Plexus abgehen. Die Thatsachen, welche hierher gehören, sind zu bekannt, als dass ich sie einzeln aufführen müsste. Die Reizung der Haut wird in der Regel nur da empfunden, wo sie stattfindet. Niemals wirkt diese Reizung auf den Plexus brachialis und die übrigen Nerven desselben zurück. Dass ein Empfindungsnerve, der mit einem andern empfindlichen Cerebrospinalnerven anastomosirt, nicht die Empfindungen auf den Stamm des zweiten Nerven überträgt, dass die Anastomose vielmehr nur ein Apparat zur weitern peripherischen Vertheilung der Primitivfasern ist, geht aus den oben angeführten Versuchen von Gaedechens am N. facialis und infraorbitalis hervor; denn bei den Anastomosen zwischen Aesten beider Nerven geht nichts vom N. infraorbitalis auf den Stamm des N. facialis, oder von N. facialis auf den N. infraorbitalis zurück, sondern von beiden Nerven gehen die Fasern aus der scheinbaren Anastomose nur peripherisch weiter. Als Gaedechens einen Zweig des N. facialis zum N. infraorbitalis durchschnitt und das dahingehende Stück des N. facialis reizte, entstanden keine Empfindungen, es ging also vom N. facialis von dort aus nichts durch den N. infraorbitalis zum Gehirn zurück. Eben so wenig wird man an einem vom Stamme des N. infraorbitalis abgetrennten, noch mit dem N. facialis zusammenhängenden Stück des N. infraorbitalis Schmerzen erregen können. Es ist also gerade so wie mit der motorischen Kraft, welche nach Reizung eines Nervenzweigs niemals Zuckungen durch Nervenzweige, die höher aus dem Stamme entspringen, zurückwirkend erzeugt. Unter gewissen Bedingungen können indess auch von

einem einzelnen Nerven aus sehr ausgebreitete Empfindungserscheinungen entstehen. Diese Phänomene sind indess nur durch Mitwirkung der Centralorgane, des Gehirns und Rückenmarks und nicht durch Wechselwirkung der Nerven selbst zu erklären, wie später gezeigt werden wird.

III. Erhält ein Theil durch eine Nervenanastomose verschiedene Nerven gleicher Art, so kann nach der Lähmung des einen der andere Nerve nicht die Empfindung des ganzen Theiles unterhalten, vielmehr entspricht der Umfang der noch empfindlichen Stellen der Zahl der noch unversehrten Primitivfasern. Anastomosiren zwei Nerven mit einander, so kann die eine Wurzel der Anastomose nicht die andere ersetzen, so wie die Arterien durch Anastomose einander ersetzen, sondern überall, wo zwei Cerebrospinalnerven sich an einander legen, um einen dickern Stamm zu bilden, werden durch die Lähmung der einen Wurzel dieses Stammes auch alle Primitivfasern gelähmt, die von diesem Würzelchen in den Stamm treten, und es bleiben nur diejenigen Fasern des Stammes übrig, die von der noch nicht gelähmten Wurzel kommen. Auf diese Art kann nach der Durchschneidung des N. ulnaris, welcher den 5. u. 4. Finger, zum Theil auch 3. Finger versieht, dieser nicht durch die Communication dieses Nerven mit dem N. medianus und radialis ersetzt werden, sondern die Durchschneidung des N. ulnaris lähmt die Empfindung in diesen beiden Fingern, wie bekannt ist. Bleibt noch eine geringe Spur von Empfindlichkeit an der Aussenseite des 4. Fingers zurück, so muss sie von den Primitivfasern herrühren, die vom N. medianus sich zum Ramus volaris des N. ulnaris gesellen. Die geringe Empfindlichkeit, die im Gliede von einem der Nerven zurückbleibt, kann also immer aus nicht communicirenden und nur scheinbar anastomotischen Fasern anderer Nerven erklärt werden. Diese Facta werden vollkommen durch die Geschichte der örtlichen Lähmungen erläutert. In einem Falle, in welchem Earle (*Med. chirurg. transact. Vol. VII.*) einen Theil des Ulnarnerven hinter dem Condylus int. ossis humeri ausschnitt, konnte der kleine Finger noch fünf Jahre nach der Operation nicht gebraucht werden, und hatte nur unvollkommene Empfindungen. Swan bemerkt hierbei mit Recht, wenn die vermeinte Communication auch nur in einem geringen Grade vorhanden wäre, würden dann nicht die Anastomosen, welche zwischen dem Theil des Ulnarnerven, der unterhalb der Trennung liegt, und dem Nervus medianus und radialis stattfinden, eine hinlängliche Verbindung jenes Theiles mit dem Gehirn unterhalten haben, wenn jenes Fortleiten des Nerveneinflusses so leicht wäre? a. a. O. p. 68. Swan erzählt p. 69. einen andern Fall, wo nach einer Schnittwunde am Vorderarm, drei Zoll vom Handgelenk, wobei der N. radialis und medianus durchschnitten worden zu sein schienen, im Daumen und den beiden nächsten Fingern, so wie in den Theilen der Hand, welche diesen entsprechen, auf dem Rücken und in der Fläche das Gefühl verloren war, dagegen in dem 4. und 5. Finger und in den Theilen der Hand, in welchen sich der N. ulnaris vertheilt, das Gefühl erhalten war.

Wenn daher Nerven vielfache Anastomosen zu bilden scheinen, und in den Bündeln desselben Stammes oft von Zoll zu Zoll Anastomosen ihrer Scheiden eingehen, während die Primitivfasern parallel fortgehen, so hat die Natur nichts den Anastomosen der Gefässe Gleiches gebildet, sondern vorgesehen, dass dieselben Theile Primitivfasern von verschiedenen Nerven aus erhalten. Diese Anordnung war darum um so nützlicher, als sonst durch Verletzung eines Nerven die Verbindung eines Theiles mit dem Gehirn ganz aufgehoben wäre.

IV. Verschiedene Theile, in der Dicke eines Empfindungsnerven gereizt, bewirken dieselben Empfindungen, wie wenn verschiedene Endzweige dieser Theile des Stammes gereizt werden. Beweis. Wenn man den N. cubitalis auf die schon beschriebene Art an sich selbst mechanisch reizt, besonders indem man ihn mit den Fingern drückend hin und her schiebt, so hat man die Empfindung von Prickeln, Nadelstechen in der Hohlhand, im Rücken der Hand und am 4. und 5. Finger. Aber je nachdem man gerade drückt, tritt das Prickeln bald am 4., bald am 5. Finger, bald in der Hohlhand, bald auf dem Rücken der Hand ein, und in der Hohlhand wie auf dem Rücken derselben wechselt auch der Ort des prickelnden Punktes, je nachdem sich der Druck am N. cubitalis ändert, also verschiedene Fasern dieses Nerven oder Faserbündel mehr gedrückt werden als andere. So wird man es auch finden bei Reizung der Nervenstämme am Oberarm, allein beim N. cubitalis lässt sich gerade am besten der Druck auf verschiedene Theile in der Dicke des Nerven isoliren, je nachdem man bald drückt, bald den Nerven in der Furche am Condylus internus humeri am Ellenbogen mit dem Finger der andern Hand hin und her schiebt. So habe ich auch durch heftigen Druck auf den N. infraorbitalis an der Austrittsstelle aus dem Foramen infraorbitale das Prickeln an der Wange und der Oberlippe an verschiedenen Stellen empfunden, je nachdem der Druck und das drückende Hin- und Herschieben wechselte. Die Application des Druckes auf den N. infraorbitalis ist übrigens viel schwerer, weil man die Austrittsstelle des Nerven durch Druck und die erfolgenden Gefühle erst bestimmt ausmitteln muss.

V. Die Empfindungen der feinsten Nervenfasern, wie die der Nervenstämme, sind isolirt und vermischen sich nicht mit einander von den äusseren Theilen bis zum Gehirn. Beweis. Dieser Schluss ergiebt sich aus den vorher mitgetheilten Thatsachen und Gesetzen. Früher wurde bewiesen, dass alle Primitivfasern eines Nerven sich niemals verzweigen oder verbinden, weder im Stamme noch in den Anastomosen der Nerven, wo die Primitivfasern bloss aus einer Scheide in die andere Scheide übergehen und neue Ordnungen bilden, indem sie sich nur parallel an andere Primitivfasern anlegen. Es wurde gezeigt, dass der Nervenstamm auf diese Art das Ensemble aller Primitivfasern ist, die sich aus seinen Aesten entwickeln, und dass also eine prästabilirte Harmonie der Fasern des Stammes mit den Elementen der feinsten Zweige existirt. Es wurde ferner bewiesen, dass die Stämme der Nerven dieselbe Empfindung haben als alle Zweige zusammen,

dass ein Ast des Stammes bei dem Reiz keine Empfindung in anderen Aesten desselben Stammes erregt, dass ein Theil eines Stammes eben solche Empfindungen hat, als wenn einzelne Theile von den Zweigen des Stammes oder der Theile, wo sie hingehen, gereizt werden. Fasst man diess Alles zusammen, so wird man den vorher aufgestellten Schlusssatz zugeben müssen, obgleich er nur approximativ und nicht von jeder feinsten Primitivfaser erwiesen ist. E. H. Weber's schöne Versuche, nach welchen die Unterscheidungskraft für die Distanz zweier die Haut berührender Körper in verschiedenen Theilen sehr verschieden ist, und nach welchen mehrere Theile des Körpers, wie die Zungenspitze, die Distanz zweier Körper schon auf $\frac{2}{5}$ Linie Entfernung, andere, wie die Mittellinie des Rückens, nur auf 30 Linien Entfernung unterscheiden, ist kein Einwurf wider jenen Satz; denn jene Unterscheidungskraft hängt wohl davon ab, wie viel oder wie wenig Primitivfasern sensibler Nerven zu einem gewissen Felde des Hautorganes hingehen.

Es fragt sich nun, wenn die Primitivfasern der Nerven, die im Stamme vereinigt zusammenliegen, in den Aesten ausgebreitet werden, an verschiedenen Stellen ihrer Länge gereizt sind, was für eine Empfindung sie haben, ob die Empfindung auch dann in Hinsicht des Orts immer eine ist, oder ob die Empfindungen an verschiedenen Stellen in der Länge der Primitivfasern als verschiedene unterschieden werden. Kann ich es aus der Empfindung wissen, ob ein und dasselbe Bündel Primitivfasern an seinem Stamme, in den Aesten oder in der Haut, wo sie sich entwickelt haben, gereizt wird? Die Antwort ist zum Theil in den vorher mitgetheilten Beobachtungen enthalten.

1) Wenn der Stamm eines Nerven gereizt wird, so ist die Empfindung, als wenn alle die Primitivfasern gereizt würden, welche sich in die äusseren Theile begeben, und die Empfindung hat eben so gut scheinbar in den äusseren Theilen statt, als wenn diese selbst gereizt werden.

2) Wenn verschiedene Primitivfasern in einem Nervenstamme gereizt werden, so ist die Empfindung, als wenn verschiedene Punkte an den äusseren Theilen gereizt werden.

3) Die Reizung jedes Astes ist mit Empfindung begleitet an den Theilen, zu welchen der Ast hingeht.

Es scheint also gleich, wo die Primitivfasern gereizt werden: in den Stämmen selbst, wo sie noch neben einander liegen, in den Aesten, wo sie sich in Bündel abgetheilt haben, oder in den äussersten Theilen, wo sie sich ganz vereinzeln. Wird die Haut gereizt durch Nadelstiche oder indem Mücken darüber laufen, sind also die Enden der Primitivfasern irritirt, so haben wir dort die Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen; werden dagegen die Massen der Primitivfasern in einem kleinen Zweig am Finger gedrückt, so entsteht die Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen in der Haut der Finger; wird ein ganzer Stamm gedrückt, so entsteht dieselbe Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen in der Haut, wo die letzten Enden der Primitivfasern des Stammes hingehen. Ist der Druck auf den Stamm

z. B. des Nervus cubitalis oder eines anderen an der innern Seite des Oberarms plötzlich und stark, so ist die Empfindung wie von einem elektrischen Schlage in allen Fasern, in welchen sich der Stamm verbreitet; aber dieser Schlag fühlt sich scheinbar nicht da, wo der Nerve gedrückt wird, sondern da, wo die Primitivfasern des Nervenstammes in der Haut der Finger, der Hand, in den Muskeln des Vorderarms sich enden. Es gehören hierher auch die Phänomene bei der Durchschneidung der Nerven beim Menschen in Amputationen. Im Momente der Durchschneidung der Nerven werden die heftigsten Schmerzen scheinbar in dem zu amputirenden Theile, worin sich die durchschnittenen Nerven verbreiten, empfunden. Diess ist etwas ganz Constantes, wie mir auf meine Frage der erfahrungsreiche Dirigent der chirurgischen Abtheilung des Krankenhauses zu Hamburg Dr. Fricke versichert hat. Da jede Primitivfaser eines Nerven bei ihrer Länge vom Gehirn, durch den Stamm des Nerven in die Aeste, bis in die Haut nur in einem Punkte nämlich am Ende mit dem Gehirn zusammenhängt, so scheint es ganz consequent, dass diese Primitivfasern unten in der Haut, in der Mitte oder im Stamme afficirt, dieselben Empfindungen haben sollen; denn alle Empfindungen, die in ihrer ganzen Länge stattfinden, können sie doch nur in einem einzigen Punkte mit dem Gehirn oder dem Organe des Bewusstseins in Verbindung bringen. Es scheinen daher alle Primitivfasern eines Nerven, mögen sie lang oder kurz sein, immer nur einen Punkt im Gehirn zu repräsentiren, der immer dieselbe Empfindung zum Bewusstsein bringt, mag die Faser in der Haut afficirt sein oder im Stamme. Wir scheinen bei Reizung der Nervenfasern an verschiedenen Orten ihrer Länge die Empfindungen immer in der Haut zu haben, weil sie in der Regel immer dann entsteht, wenn die Haut oder die Hautenden der Primitivfasern afficirt werden. So richtig diese Schlüsse aus den bisher angeführten Beobachtungen sind, so ist diese Theorie der Empfindungen doch noch ziemlich weit von einem vollkommenen Beweise entfernt, wie sich aus Folgendem ergiebt.

VI. Obgleich beim Druck auf einen Nervenstamm, die Empfindungen in den äusseren Theilen zu sein scheinen, wird doch auch ein heftiger Druck des Stammes zugleich an der Druckstelle des Stammes empfunden. Diese Erfahrung macht man sonst nur selten, indem man sich an den Nervus ulnaris anstösst. Man kann aber ohne gewaltsame Eingriffe auch Versuche darüber an sich anstellen. Drückt man nämlich den Nervus ulnaris über dem Condylus internus humeri allmälig verstärkt an den Knochen an, indem man ihn bei dem Druck zugleich fixirt und nicht verschiebt, so wird zwar der ganze Arm unter der Druckstelle, und zwar so weit sich der Nervus ulnaris verzweigt, schmerzhaft, allein ein lebhafter, nicht bloss von der Empfindlichkeit der umliegenden Theile herrührender Schmerz, der seinen Sitz im Stamme des Nervus ulnaris hat, fühlt sich auch an der Druckstelle. Diess dürfte nach Analogie der vorhergehenden und noch später zu beschreibenden Erscheinungen nicht sein, und es scheint, dass uns hier noch etwas Räthselhaftes, für die Theorie der Em-

pfindungen Wichtiges verborgen ist. Man beobachtet etwas Aehnliches bei den Neuromen. Die charakteristischen Symptome dieser Geschwülste der Nerven sind zwar, dass die Schmerzen in allen Theilen, zu welchen der Nerve hingeht, z. B. bei einer Geschwulst des Nervus ulnaris am Oberarm, die Schmerzen in der Hand und am 4. und 5. Finger furchtbar heftig auftreten, wie denn auch im Moment der Durchschneidung des kranken Nerven über der Geschwulst in jenen Theilen die furchtbarsten Schmerzen eintreten (von mir selbst bei einer vom Prof. Wutzer im chirurgischen Clinico gemachten Durchschneidung des Nervus ulnaris am Oberarm über einem Neuroma desselben beobachtet). Vergl. Aronssohn *observ. sur les tumeurs developpées dans les nerfs. Strasb.* 1822. *p.* 9. Allein auch das Neuroma selbst pflegt sehr schmerzhaft und empfindlich zu sein. An diese Erfahrungen, dass ein Nervenstamm afficirt sowohl an den Theilen, zu welchen seine Zweige hingehen, als an sich selbst Empfindungen verursacht, schliesst sich eine ähnliche Erscheinung vom Rückenmark an, bei dessen Krankheiten die Schmerzen in der Regel in allen unter der afficirten Stelle liegenden peripherischen Theilen, allein zuweilen, obgleich selten, wie bei der Neuralgia dorsalis, auch in der Mittellinie des Rückens vorgefunden werden.

Leider hat die ausübende Chirurgie die herrliche Gelegenheit, Beobachtungen über die Erscheinungen bei der Durchschneidung der Nerven anzustellen, bis jetzt so wenig benutzt. Bei einem so gewaltsamen Eingriff in die Organisation eines Menschen, wie die Amputation oder die Durchschneidung eines Nerven, müssten sich die wichtigsten physiologischen Fragen aufdrängen.

Auch die Verbreitung der Schmerzen in den Neuralgien nach dem Verlauf der Nerven scheint der früher angeführten Theorie der Empfindungen zu widersprechen. Doch muss bemerkt werden, dass die Verbreitung der Schmerzen in den Neuralgien keineswegs immer nach dem Verlauf der Nerven erfolgt. In mehreren Fällen von reinen Neuralgien, die ich in Berlin untersuchte, verliefen die Schmerzen durchaus nicht nach der anatomischen Verbreitung des Nerven; ich sah z. B. eine Neuralgie des Gesichts, die vom Scheitel anfangend durch die Orbita auf die Wange ging und dort endete. Bei einer andern Neuralgie konnte man den N. ulnaris, so gut als den N. radialis im Verdacht haben, und doch passte Beides nicht recht. Eben so sah ich eine Neuralgie am Schenkel, die der Arzt wohl gewöhnlich für Ischiadik, aber ein Anatom nicht dafür halten würde. Dagegen sah ich auch wieder eine Neuralgie des N. facialis und lingualis, wo die Schmerzen, wenn auch nicht constant, doch öfter unter dem Ohr hervorzukommen und sich strahlenförmig im Gesicht zu verbreiten schienen. Bei demselben Manne ging der Schmerz oft gegen die anatomische Verbreitung, und warf sich oft vom Gesicht auf die Zunge. In diesem Falle bilden die Neuralgien aber einen Einwurf gegen die früher erwähnte Theorie der Empfindungen. Wenn die oben erwähnten Thatsachen gegen jene Theorie von der Mechanik der Empfindungen spre-

chen, so sind ihr die folgenden wieder günstig; hier fehlt uns ein Aufschluss, der diese Widersprüche aufhellt.

VII. Wenn die Empfindung in den äusseren Theilen durch Druck oder Durchschneiden vollkommen gelähmt ist, so kann der gereizte Stamm des Nerven noch Empfindungen haben, welche in den analogen äusseren Theilen zu sein scheinen. Beweis. Es giebt bekanntlich Lähmungen, bei welchen die Glieder durchaus keine Empfindlichkeit für äussere Reize haben, und wobei gleichwohl die heftigsten Schmerzen in dem für äussere Reize unempfindlichen Theile stattfinden. Solche Glieder kann man stechen, anschneiden, stossen, ohne die geringste Empfindung, und dennoch sind die Schmerzen aus inneren Ursachen zuweilen stark. Bei dem bisherigen rohen Zustande der Nervenphysiologie waren diese Fälle ein Widerspruch, ein unauflösliches Räthsel. In Bonn habe ich einen solchen Fall bei einem gewissen Heidenreich gesehen, der an den unteren Extremitäten vollständig, sowohl in Hinsicht der Empfindung als der Bewegung, gelähmt ist. Von Zeit zu Zeit werden die Glieder von Zuckungen ergriffen, wobei heftige Schmerzen im ganzen Beine eintreten, aber die Empfindung für äussere Reize nicht wiederkehrt. Wenn die äusseren Theile der Nerven gelähmt sind, so kann die Irritation der Stämme noch die heftigsten Schmerzen verursachen, welche in den äusseren Theilen zu sein scheinen (Anaesthesia dolorosa). Man sieht leicht ein, dass die schmerzhaften Lähmungen der Empfindung vorzüglich solche sein müssen, wo die äusseren Theile der Nerven gelähmt sind, die Stämme und Ursprünge aber noch unversehrt, also in den rein örtlichen Lähmungen der Nerven bei vollkommener Integrität des Gehirns und Rückenmarks, wie in den örtlichen rheumatisch-gichtischen Lähmungen, in örtlichen Lähmungen, die durch Druck auf die Nerven, durch gangliöse Anschwellungen der Nerven verursacht sind. Earle erzählt einen Fall (*med. chirurg. transact.* 7. 173. Meckel's *Archiv.* 3. 419.) von Lähmung des Armes durch einen Schlüsselbeinbruch. Die Finger und der ganze Arm waren empfindungslos gegen äussere Eindrücke, dennoch empfand der Kranke bei jedem Versuch das Glied zu bewegen, bisweilen sogar bei voller Ruhe, heftige Schmerzen in den Fingerspitzen.

Hierher gehört auch die durch unzählige Erfahrungen bestätigte Thatsache, dass die Durchschneidung der Nerven bei Neuralgien in der Regel nichts fruchtet, und dass die Schmerzen oft wiederkehren, obgleich die Nerven durchschnitten, ja stückweise ausgeschnitten waren, so dass die Schmerzen in der Wange eben so heftig wurden als zuvor. In der That, wenn der Nervenstamm die Ursache der Neuralgie ist, kann die Durchschneidung des Stammes z. B. des Nervus facialis, infraorbitalis, durchaus nichts fruchten, denn der Stumpf des Stammes, der noch mit dem Gehirn in Verbindung steht und noch alle Primitivfasern enthält, die sich in der Haut entwickelten, hat, wie wir wissen, bei seinen Reizungen dieselben Empfindungen scheinbar in den äusseren Theilen, als wenn diese selbst afficirt sind. Nur selten fruchtet die Durchschneidung des Nerven und die

Ausschneidung eines Stückes, und natürlich nur dann, wenn die Ursache der Neuralgie in den Aesten, nicht im Stamme war.

Mit der Durchschneidung eines Nerven hört daher nur die Möglichkeit auf, mit dem Hautende der Nervenfasern äussere Eindrücke zu empfinden, weil der Eindruck nicht mehr zum Gehirn geleitet werden kann. Aber dieselben Empfindungen, die sonst aus äusseren Eindrücken entstehen, werden aus innerer Ursache erscheinen, wenn nur die Primitivfasern des Stammes mit dem Hirn- oder Rückenmark in Verbindung stehen.

Wenn ein Nerve zufällig, z. B. am Finger, durchschnitten wird, so tritt im Zeitraume der Wundentzündung Schmerz in dem gelähmten Theile des Fingers ein, während derselbe Theil gar kein Gefühl gegen äussere Reize hat. Die Empfindung des Schmerzes vergeht wieder nach der Wundentzündung, und nun ist der Theil wieder ganz empfindungslos. Von besonderem Interesse ist in dieser Hinsicht eine Beobachtung von Gruithuisen an sich, die ich schon p. 324. berührt habe. Nach einer Verwundung am Daumen, welche den N. dorsalis radialis pollicis durchschnitt, wurde die Seite des Daumenrückens bis unter den Nagel ganz unempfindlich. Zur Zeit der Entzündung wurde diese Hautstelle sehr schmerzhaft; diese Schmerzen verschwanden nach acht Tagen mit der Heilung, worauf der für äussere Eindrücke unempfindliche Zustand allein übrig blieb. Wenn Gruithuisen später auf die Narbe klopfte, hatte er die Empfindung von Prikkeln unter dem Nagel. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.*

Everard Home erzählt in den *Phil. transact.* einen Fall von Gesichtsschmerz. In einem Falle, wo man die Durchschneidung des Nerven verrichtet, gelang die Vereinigung per primam intentionem nicht, und während der Zeit, dass die Wunde offen war, verursachte der entzündliche Zustand des getrennten Nervenendes dem Kranken Anfälle, die denen glichen, welche er vor der Operation erlitten hatte. Als aber die Wunde vollständig geheilt war, trat kein solcher Anfall wieder ein. J. Swan *über die Lokalkrankheiten der Nerven, übersetzt von* Francke. *Leipzig* 1824. *p.* 78.

Die Phänomene beim sogenannten Einschlafen der Glieder von Druck auf die Nerven sind auch Erläuterungen davon. Der Druck auf die Nerven hebt die Leitung von den peripherischen Enden der Nerven auf; aber derselbe Druck afficirt auch den centralen Theil des Nerven, daher die Empfindung von Formicatio, Prickeln, Stechen in dem Beine, welches gleichwohl seine Empfindlichkeit für äussere Eindrücke verliert.

Häufig entsteht auch das Gefühl der Formicatio scheinbar in äusseren Theilen, wenn doch die Nervenursprünge vom Rückenmark oder Gehirn, oder diese Theile selbst afficirt sind. Bei dem Gefühl von Formicatio in einem Gliede kann man noch gar nicht wissen, ob die Ursache in der Haut, im Nervenstamme oder am Ursprunge der Fasern im Rückenmark ist. Oft ist die Ursache im Rückenmark. Das Rückenmark hat fast in allen seinen Krankheiten Formicatio, scheinbar in der Haut, zum Symptom; bei der Rückenmarkslähmung ist die Formicatio oft in allen Thei-

len, welche unterhalb der Verletzung Nerven erhalten; bei der Tabes dorsalis ist die Formicatio nicht etwa in der Mittellinie, sondern am ganzen Körper in der Haut, oder in dem untern Theile des Körpers *).

Man sieht aus dem eben Vorgetragenen, dass die Aura epileptica (auch eine Art Formicatio) vor dem Anfalle in den äusseren Theilen, nur in den äusseren Theilen vorzukommen scheint, während ihre Ursache und ihr Sitz doch im Rückenmark oder Gehirn ist. Sie ist der erste Anklang der weiteren Rückenmarksaffectionen und Gehirnaffectionen, die im Verfolg des Anfalls auftreten. Wenn der epileptische Anfall zuweilen durch Zusammenschnüren des Gliedes über der Aura epileptica aufgehoben wird, so geschieht diess wohl nicht, weil etwas Krankhaftes fortzuschreiten gehindert würde, sondern weil durch das Zusammenbinden ein heftiger Eindruck auf das Sensorium erfolgt. Doch muss bemerkt werden, dass bei derjenigen Form der Epilepsie, welche durch Geschwülste von Nerven entsteht, durch die Ligatur eines Gliedes wirklich die Fortleitung der Reizung zum Rückenmark aufgehoben wird.

Legt man sich um den Oberarm über dem Ellenbogengelenke ein Tourniquet an, so kann man alle Theile der Hand zum Gefühl des Einschlafens, zuletzt zur Empfindungslosigkeit bringen. Zuerst entsteht Prickeln und Nadelstechen, dann allmälig Taubsein und das Gefühl von Kälte, zuletzt anfangende Empfindungslosigkeit für äussere Reize. Wenn man nun die Nervenstämme in der Achselhöhle und am Oberarm durch einen zerrenden Griff reizt, so hat man eben so deutliche Empfindungen eines elektrischen Schlages in der Hand, als wenn die Nerven des Vorderarms und der Hand nicht eingeschlafen sind.

VIII. Wenn das Glied, in welchem sich ein Nervenstamm verbreitet, durch Amputation entfernt ist, so kann der Stamm der Nerven, weil er die Summe der verkürzten Primitivfasern noch enthält, Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden. Diess dauert durchs ganze Leben. Die Erfahrung, dass die Amputirten noch Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden, ist allen Chirurgen bekannt; es ist niemals anders. Gewöhnlich sagt man, diese Sinnestäuschungen dauern einige Zeit fort, so lange als Amputirte im Gesicht des Chirurgen bis zur Heilung bleiben. Die Wahrheit ist aber, dass diese Sinnestäuschung in den meisten Fällen immer bleibt, dass sie sich durchs ganze Leben mit gleicher Lebhaftigkeit erhält, wie man sich überzeugen kann, wenn man irgend Amputirte lange Zeit nach der Amputation befragt. Zur Zeit der Entzündung des Amputationsstumpfes und der Nervenstämme, sind die Empfindungen am lebhaftesten, und die Kranken klagen dann über sehr heftige Schmerzen in dem ganzen Gliede, welches sie verloren haben. Nach der Heilung bleiben die Empfindungen zurück, die man überhaupt von einem gesunden Gliede hat, und

*) Ich weiss von keiner Beobachtung, dass Formicatio in Schleimhäuten aufträte.

häufig bleibt durchs ganze Leben hindurch ein Gefühl von Formicatio, öfter von Schmerzen scheinbar in den äusseren Theilen, welche nicht mehr da sind. Diese Empfindungen sind nicht unbestimmt, sondern der Kranke fühlt deutlich die Schmerzen, die Formicatio in den einzelnen Zehen, in der Fusssohle, am Fussrücken, in der Haut etc. Lächerlich sind die idealistischen Erklärungen dieses wichtigen Phänomens aus der Imagination etc. Die Physiologen haben es lange Zeit als eine Curiosität behandelt. Allein die Untersuchungen derjenigen Amputirten, die mir zugeschickt wurden und die ich auffinden konnte, haben mir erwiesen, dass das Gefühl sich in diesen Fällen nie ganz verlor. Die Amputirten werden zuletzt so sehr daran gewöhnt, dass sie gar nicht mehr darauf achten; allein sobald sie wieder darauf aufmerksam sind, ist das Gefühl sogleich vorhanden, und sie fühlen oft Zehen, Finger, Fusssohle, Hand ganz deutlich. Noch viel stärker wird das Gefühl, wenn man ein Band oder Tourniquet um den Amputationsstumpf legt, oder wenn man ihn so drückt, wie sonst geschieht, wenn das Einschlafen eines Gliedes erfolgt. Dann tritt sogleich Formicatio ein, das Gefühl von Ameisenlaufen erscheint in der Hand, im Fuss, in der ganzen Extremität, durchaus mit derselben Deutlichkeit, als wenn sie noch vorhanden wären. Die Amputirten haben daher nach der Operation auch dann am lebhaftesten wieder das Gefühl ihres verlornen Gliedes, wenn der Chirurg wegen anderweitiger Ursachen wieder das Tourniquet anlegt.

Haben die Kranken auch vor der Amputation an einem örtlichen schmerzhaften Schaden gelitten, so wird doch nach der Amputation das ganze Bein schmerzhaft gefühlt, und das ganze Bein schmerzt scheinbar, wenn der Nerve durchschnitten ist und der Amputationsstumpf sich entzündet.

Ich rede nicht von den Träumen der Amputirten, von den lebhaften Empfindungen des ganzen scheinbaren Beins, wenn der Stumpf desselben durch die Lage gedrückt wird, da die Empfindung gewöhnlich bei den Amputirten durchs ganze Leben bleibt.

Beispiele.

1) N. N. eine Frau, welche eine Lähmung der Empfindung am Arme hatte, bekam einen Bruch des kranken Arms, der darauf in Brand überging und amputirt werden musste im Clin. chirurg. zu Bonn. Die Amputation war ohne Empfindung. Allein die Durchschneidung des Nerven musste die Ursache gewesen sein, dass das Gefühl in dem Nervenstamme wieder erregt wurde. Schon in der Nacht klagte die Frau über Schmerzen in den Fingern.

2) Joh. Wolff, ein Schneidergeselle in Bonn, ist vor 12 Jahren am ersten Drittheil des Oberschenkels wegen Caries im Clin. chirurg. amputirt worden. Er hatte sogleich noch das Gefühl, als wäre das Bein vorhanden, und klagte die folgenden Tage sehr über Schmerzen im Beine bis in die Zehen. In denselben Tagen wurde ein Anderer am Arm amputirt, der auch darauf über Schmerzen in der Hand und am ganzen Arme klagte. Diesen Joh. Wolff habe ich nach 12 Jahren untersucht. Er hat immer

noch das Gefühl, als wären die Zehen und die Fusssohle vorhanden, und zuweilen heftige Schmerzen in der Fusssohle, die er nicht mehr hat. Zuweilen schläft der Stumpf beim Liegen ein, und es tritt dann Formicatio in den Zehen ein, die auch sonst öfter vorhanden ist. Ich legte an den Amputationsstumpf des Oberschenkels ein Tourniquet an, so dass der Stumpf des N. ischiadicus gedrückt wurde; sogleich sagte Wolff, dass ihm das Bein wie einschlafe, und er konnte ganz deutlich die Formicatio in den Zehen unterscheiden.

3) N. N. Stud. chirurg., ein Jude, wurde wegen eines Gelenkübels am Ellenbogen im Oberarme amputirt. Er hatte, so lange er beobachtet wurde, nicht die Empfindung des verlornen Armes verloren.

4) Herr Stud. Schmidts aus Aachen ist seit 13 Jahren am Oberarm amputirt; die Empfindungen in den Fingern haben nie aufgehört. Herr Schmidts glaubt die Hand immer in einer gekrümmten Stellung zu fühlen. Das scheinbare Prickeln der Finger ist vorhanden, vorzüglich wenn der Stumpf aufliegt und die Stämme der Armnerven gedrückt werden. Ich legte einen Druck gegen die Nervenstämme des Amputationsstumpfes an, sogleich trat die Empfindung von Einschlafen scheinbar im ganzen Arme bis in die Finger ein.

5) N. N., mein Commissionär zur Zeit meines Aufenthalts in Leyden, ist vor 12 Jahren am Oberarm amputirt worden. Er hat zuweilen Gefühle von Formicatio, wie in den Fingern, besonders wenn der Arm aufliegt.

6) Vir quidam in nosocomio judaico berolinensi, cui pes sinister, et alter, cui brachium sinistrum amputatum erat, dicebant ambo, alter post hebd. 14., alter 17.: se per operationum nihil commodi nactos esse; alter querebatur de dolore vehementi pedis et alter brachii, cum tamen non tam male eos habuisset quam in primis hebdomadibus post factam operationem et uterque non per hebdomades, sed per menses hosce, sensus hujus fallacis diminutionem habere fatebatur. Lemos, *Dissert. inaug. quae dolorem membri amputati remanentem explicat. Hal.* 1798. *p.* 33.

7) Nunc temporis etiam ibi versatur juvenis, cui ante novem menses brachium sinistrum demtum est. In hoc eadem sensatio sub quinto et sexto mense post operationem decessit, sed mense octavo aliquot dies, ubi vehementior esse coepit, habuit, ut interdiu tantum ope oculi et nocte ope manus alterius jacturae hujus se convincere posset. Ibid. p. 33. Der Verfasser dieser Dissertation erklärt das Faktum ungenügend aus der Association der beiden Extremitäten, welche selbst erklärt werden sollte.

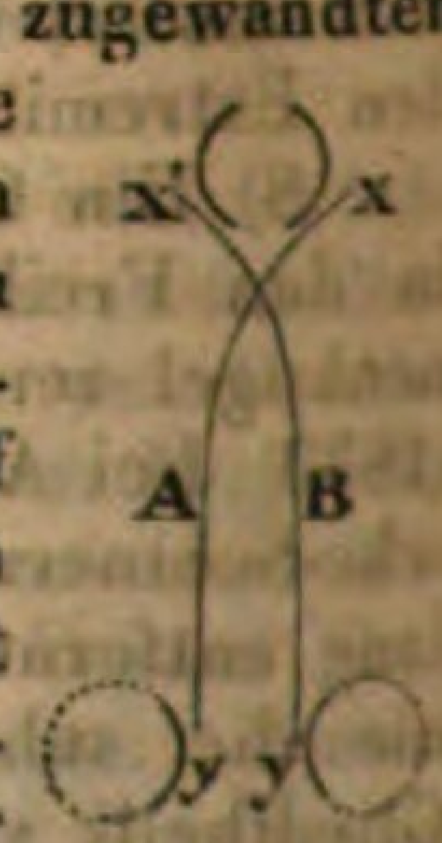
8) Ein Chausseegeldeinnehmer in der Nähe von Halle, dem in den Freiheitskriegen der rechte Oberarm durch eine Kanonenkugel zerschmettert und dann amputirt wurde, hat noch jetzt (1833) bei Aenderungen in der Atmosphäre deutliche rheumatische Schmerzen im ganzen Arme, und fühlt dann das an 20 Jahre lang entfernte Stück desselben empfindlich gegen Luftzug. Dass nie die subjektive physiologische Empfindung des abgesetzten Gliedtheils verloren wird, bestätigte auch er vollkommen.

9) Ein Mann, dem die Hand amputirt worden, hatte 7 Jahre nachher, bis zu seinem Tode, noch Schmerzen in der Hand. Klein in v. Graefe und v. Walther *J. f. Chirurgie.* 3. 408.

Man vergl. über die Empfindungen der Amputirten Valentin in Hecker's *Annalen.* 1836. *B.* 3. *p.* 291. *Repert. f. Anat. u. Phys.* 1836. *p.* 328.

IX. Gleichwie sich die relative Lage der Primitivfasern an ihren Ursprüngen und in den Stämmen nicht ändert, wenn die relative Lage derselben an ihren peripherischen Enden sich verändert, so richten sich auch die Ortsempfindungen der Primitivfasern nach der Ordnung ihres Stammtheils oder Ursprungs und nicht nach der veränderten relativen Lage ihres peripherischen Endes. Der Beweis davon liegt in den Erscheinungen, welche bei künstlicher Lageveränderung der peripherischen Enden eintreten, wie z. B. bei der Transplantation von Hautlappen. Wird bei dem künstlichen Nasenersatz ein Hautlappen der Stirn an der Nasenwurzel umgekehrt und mit dem Nasenstumpf zusammengeheilt, so hat die angeheilte Nase, so lange die Brücke an der Nasenwurzel noch nicht durchschnitten ist, dieselben Empfindungen, wie wenn die Stirnhaut sonst gereizt worden wäre, d. h. man empfindet die Berührung der neuen Nase an der Stirn. Diess ist eine bekannte chirurgische Erfahrung, welche zuerst Lisfranc machte. Diess dauert aber natürlich nur so lange, als die Communication der Nervenfasern an der Nasenwurzel zwischen der Stirn und der neuen Nase noch besteht. Nach dem Durchschneiden jener Stelle hört diese Versetzung der Empfindung auf; die neue Nase ist anfangs empfindungslos; später soll sich die Empfindung wieder in derselben einigermaassen ausbilden.

Eine zweite ganz ähnliche und auf dieselbe Art zu erklärende Erscheinung ist, dass, wenn man den Zeigefinger und Mittelfinger einer Hand kreuzweise übereinander legt, und zwischen den zugewandten Seiten der gekreuzten Finger, die sonst die entgegengesetzten Seiten derselben waren, eine kleine Kugel, z. B. eine Erbse, hin und her rollt, man zwei Kugeln zu fühlen scheint. Bei dem Berühren einer kleinen Kugel mit zwei natürlich nebeneinander liegenden Fingern fühlt man eigentlich keine Kugel, sondern zwei Convexitäten, welche die Vorstellung oder der Schluss zur Kugel ergänzt, indem die Phantasie sich vorstellt, dass zwei nebeneinander liegende, mit ihren Convexitäten von einander abgewandte Kugelsegmente zu einer Kugel gehören. Kreuzt man nun die Finger, und macht die beiden äusseren entgegengesetzten Seiten der zwei Finger zu inneren, einander zugewandten Seiten, so behalten die Empfindungen der Fasern ihre relative Lage, wie die Fasern zuletzt zum Gehirn kommen, und als wenn keine Kreuzung stattgefunden hätte, d. h. die Empfindung eines nach Aussen wirklich convexen Kugelsegmentes bei x, wird nach y auf die entgegengesetzte Seite transponirt, eben so x' nach y'. Der Inhalt der Empfindungen bei x und y bleibt ganz unverändert, eben so der Inhalt der Empfindungen bei x' und y', aber die Eindrücke sind nach der



Transposition nicht mehr zwei von einander abgewandte, sondern zwei einander zugewandte Convexitäten; diese muss die Vorstellung zu zwei Kugeln ergänzen, da zwei einander zugewandte Convexitäten nicht einer und derselben Kugel, wohl aber zwei Kugeln angehören können. Diese Erklärung des Phänomens habe ich schon 1826 in meiner Schrift: *Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig* 1826. *p.* 84. gegeben, wo überhaupt schon die ersten Elemente des mechanischen Theiles der Nervenphysik angedeutet wurden. Den Versuch finde ich schon bei Aristoteles. Aristoteles *über den Traum.* 2. *cap.*

II. Ueber die Irradiation der Empfindungen oder die Mitempfindungen.

Zuweilen erregt eine Empfindung eine andere, oder die Empfindungen breiten sich krankhafter Weise weiter als die afficirten Theile aus. Diese Erscheinungen, die ich *Mitempfindungen* nenne, sind im gesunden Leben nicht selten. Man kann die Erregung des Kitzels in der Nase durch Sehen in helles Licht, auch die ausgedehnten Empfindungen von einer beschränkten, durch Kitzeln erregten Stelle, und die ausgedehnten Empfindungen von Reizung der äusseren Geschlechtstheile beim Coitus, die Empfindungen, welche ein in unserer Nähe gefallener, erschreckender Schuss erregt, die rieselnden Empfindungen und Schauergefühle beim Hören gewisser Töne, z. B. des gekratzten Glases, dieselben Empfindungen beim Beissen auf sandige Substanzen hierher rechnen. Dagegen gehören noch viel mehr pathologische Phänomene hierher, wie z. B. die Ausbreitung des Zahnwehes über den Ort des Reizes auf das ganze Gesicht, die Ausbreitung der Schmerzen von einem afficirten Finger auf die Hand, den Arm, die anderen Finger, ohne dass man immer eine materielle Mittheilung der krankmachenden Ursache annehmen darf. Besonders ausgedehnt sind diese Irradiationen, wenn eine Nervengeschwulst heftige Empfindungen verursacht, und nun auch die umherliegenden Theile, ja selbst entfernte Theile zu schmerzen anfangen, wie man einen hierher gehörenden Fall in *London med. Gazette* 1834, Froriep's *Not.* 888., erzählt findet, wo nach einer Amputation, durch eine am Knochen und der Narbe festgewachsene Geschwulst des N. ischiadicus die Haut des ganzen Amputationsstumpfes, zuweilen auch entfernte Theile, wie die Bauchdecken, sehr schmerzhaft wurden, ohne alle entzündliche Symptome, Empfindungen, welche nach der zweiten Amputation ganz aufhörten. Man braucht sich nur an einer Stelle der Haut heftig und etwas anhaltend zu verbrennen, um sich zu überzeugen, dass hier Mitempfindungen in benachbarten Nervenfasern entstehen, auf welche sich die Krankheitsursache selbst nicht ausdehnt. Für das gesunde Leben würden dergleichen Mitempfindungen sehr hinderlich sein, daher sie die Natur durch Isolirung der einzelnen Fasern der Nerven verhütet hat; denn wenn die Fasern von zehn verschiedenen Stellen der Haut in eine irgendwo zusammenflössen, ehe sie zum Gehirn kommen, so könnte das Ge-

hirn auch nur eine einzige Empfindung von zehn verschiedenen Stellen der Haut und an einem Orte haben; und wenn die Primitivfasern der Nerven von einer Stelle mit den Primitivfasern von neun anderen Stellen zusammenflössen, die getrennt zum Gehirn gelangen, so würden im Zustande der Gesundheit von der Erregung einer einzigen Stelle der Haut, zugleich noch neun andere Empfindungen von anderen Theilen mit zum Gehirn kommen müssen. Diess geschieht nun im Zustande der Gesundheit in der Regel nicht, und es kann auch nicht geschehen, weil die Primitivfasern der Nerven auf ihrem Wege zum Gehirn isolirt bleiben. Wie ist nun aber jene ausnahmsweise stattfindende Mitempfindung zu erklären? Da sich an jeder Stelle der Haut bloss durch die Heftigkeit einer Empfindung Mitempfindungen erregen lassen, so kann man jene Erscheinung nicht durch eine, in einigen Nerven ausnahmsweise stattfindende Verbindung der Primitivfasern erklären. Die Erklärung muss vielmehr auf alle Empfindungsnerven passen. Eben so wenig lässt sich die Irradiation der Empfindung bloss durch netzförmige Verbindung der Primitivfasern an ihren peripherischen Enden in der Haut erklären. Denn die Irradiation kommt auch in der Retina vor, wo jedenfalls eine solche Verbindung der Fasern nicht existirt. Man kann zwei Erklärungen der Erscheinung aufstellen.

1) Man erklärt solche Mittheilung der Empfindung aus vorausgesetzten Eigenschaften der Ganglien der Empfindungsnerven. Bekanntlich haben alle eigentlichen Gefühlsnerven ein Ganglion an ihrer Wurzel. Reil (*Archiv für Physiol. Bd.* 7.) verglich die Ganglien des Nervus sympathicus mit Halbleitern, welche die zu schwachen Eindrücke im Nervus sympathicus nicht zum Gehirn leiteten, während sie, wie ein Halbleiter der Elektricität, grössere Mengen angehäufter Elektricität durchlässt, auch sehr heftige Reizungen leiten sollten, und welche auch den Einfluss des Gehirns und Rückenmarks auf den N. sympathicus nur beschränkt zulassen sollten. Diese Hypothese könnte man nun auch auf die Ganglien der Empfindungsnerven anwenden; man könnte sagen, diese graue Masse, durch welche die Primitivfasern ohne Neurilem durchgehen, ist als Halbleiter nicht im Stande, eine schwache Reizung der einzelnen Primitivfasern in sich selbst fortzupflanzen und den anderen, durch das Ganglion durchgehenden Fasern mitzutheilen, daher geschieht bei schwachen Empfindungen die Leitung von einer Empfindungsfaser nicht durch die graue Masse nach den Seiten, sondern nur durch die Primitivfaser, welche das Ganglion durchzieht, durch. Werden aber Empfindungen sehr heftig, so wird der Halbleiter des Nervenfluidums zum Leiter, und lässt einen Theil jenes Princips auf die anderen, das Ganglion durchziehenden Primitivfasern überspringen, wodurch eine Irradiation der Empfindung, eine Mitempfindung entsteht.

2) Die zweite Erklärung der Mitempfindungen nimmt auf diese bloss vorausgesetzte und unerwiesene Eigenschaft der Ganglien der Empfindungsnerven keine Rücksicht; sie leitet die Mitempfindung von Irradiation der Reizung im Rückenmark oder Gehirn selbst ab, auf ähnliche Art, wie bei den reflektirten Bewegungen von dem

Empfindungseindruck im Rückenmark sich eine Irradiation bis zu den motorischen Nerven bildet (Cap. III.). Hier wäre nur der Unterschied, dass die Irradiation des ursprünglichen Empfindungseindruckes im Rückenmark nicht zu motorischen Nerven, sondern zu den in der Nähe entspringenden anderen Empfindungsfasern, oder wenigstens ausser den motorischen Nerven auch zu Empfindungsnerven gelangte. Für die Richtigkeit dieser letztern Erklärung spricht die Analogie der Irradiation der Empfindungseindrücke im Rückenmark bis zu motorischen Nerven, und zugleich der Umstand, dass auch Empfindungsnerven ohne Ganglien, wie die Markhaut des N. opticus bei der Lichtempfindung, der Irradiation fähig sind, also die erste Erklärung nicht ausreicht.

Wie soll man sich nun die secundäre Erregung der anderen Empfindungsfasern oder Empfindungsnerven vom Gehirn und Rückenmark aus denken? Durch Reflexion vom Gehirn und Rückenmark aus? Geht in diesen Nerven ein Strom vom Gehirnende oder Rückenmarksende des Nerven bis zum peripherischen Ende des Nerven und wieder rückwärts, oder wird durch Reflexion, wenn kein Strömen, sondern Oscillation des Nervenprincips stattfindet, vom Gehirn aus ein zweiter Nerve in Oscillation gesetzt? Höchstwahrscheinlich findet jedenfalls eine Reflexion vom Rückenmark oder Gehirn auf einen Empfindungsnerven statt. Doch muss man bemerken, dass zu dieser Erklärung die Voraussetzung gehört, dass in den Empfindungsfasern die Strömungen oder Schwingungen eben so gut rückwärts als vorwärts stattfinden können. Ob diess möglich ist, oder ob in den Empfindungsnerven bloss centripetale Bewegungen stattfinden können, ist noch unbekannt. Daher es interessant ist, auch eine Erklärung für den Fall zu kennen, wenn keine centrifugale Bewegung in den Empfindungsnerven, sondern nur in den motorischen möglich sein sollte. Da es für eine Empfindung gleich scheint, ob das Ende oder die Mitte, oder der Ursprung einer Faser im Gehirn und Rückenmark afficirt wird, vielmehr in allen diesen Fällen die Empfindung nur eine und dieselbe ist, und in den äusseren Theilen, zu welchen der Nerve hingeht, angenommen wird, so kann durch blosse Irradiation eines Eindrucks von einem Empfindungsnerven in der Substanz des Rückenmarks und Gehirns selbst bis auf die Ursprungsstellen anderer Fasern, Ausbreitung der Empfindung entstehen. Wir wissen ja, dass bei Affectionen des Rükkenmarks die Empfindungen auch in den äusseren Theilen zu sein scheinen, wie z. B. die Entzündung des Rückenmarks mit den heftigsten Schmerzen in den Gliedern verbunden ist, während doch die Nerven dieser Theile vom Rückenmark aus nach aussen hin keine Empfindungen erregen können. Auch die Empfindung der Formicatio in der äussern Haut ist oft nur eine im Rückenmark selbst ihre Ursache habende Empfindung; ja diese Empfindung, wenn sie nicht durch Druck auf die Nerven selbst verursacht wird, ist sogar ein fast constantes Symptom aller Rükkenmarksaffectionen, mögen sie vorübergehend sein, wie in der Epilepsie, oder dauernd wie bei Neuralgia dorsalis und Tabes dorsalis. Dieser Empfindungen im Rückenmark wird man sich

auch nicht dort bewusst, wo man sich die Lage desselben vorstellt. Das Ameisenlaufen findet bei Rückenmarkskrankheiten nicht im Laufe des Rückgrats statt, sondern eben in allen Theilen, zu welchen der verletzte Theil des Rückenmarks Nerven schickt. Eben so mag es auch wohl mit der Irradiation der Empfindungen sein.

Die Erscheinungen der Irradiation kommen auch am Auge und zwar in eigenthümlicher Weise vor. So wirken die Zustände zweier einander nahen Netzhauttheilchen ganz entschieden auf einander ein, in Hinsicht der Helligkeit und Dunkelheit, auch der Farben der relativen Eindrücke, und es giebt Farben und Verlöschungen von kleinen Bildern, welche nur aus der Irradiation des in dem grössern Theil der Netzhaut vorwaltenden Eindrucks erklärt werden können. Ich verweise in Hinsicht der Erscheinungen auf die physiologische Optik bei den Sinnen.

Ob die Nervenhaut des Auges, welche durch ihre innerste aus Gehirnzellen bestehende Lage an der Struktur des Gehirns Antheil hat, selbst der Mittheilung der Zustände ihrer kleinsten Theilchen fähig ist, ist noch unbekannt.

III. Ueber die Vermischung oder Coincidenz mehrerer Empfindungen.

Die Schärfe und Deutlichkeit der Empfindungen scheint von der Zahl der Primitivfasern abzuhängen, welche sich in einem Theile verbreiten; je sparsamer diese Fasern aber einem Organe zugetheilt sind, um so eher wirken die Eindrücke auf mehrere naheliegende Theile nur auf eine einzige Primitivfaser, und um so leichter müssen diese Eindrücke auf verschiedene Theile der Haut mit einander verwechselt werden. E. H. Weber hat sehr interessante Beobachtungen über den Grad der Schärfe der Empfindungen, in Hinsicht der Unterscheidung der Distanzen an den verschiedensten Theilen des Körpers angestellt. *Annotat. anat. et physiol. p.* 44—81. Diese Versuche wurden so angestellt, dass die Haut bei verschlossenen Augen mit den Schenkeln eines Stangencirkels, dessen Enden mit Korkstöpseln versehen waren, berührt wurde. Weber suchte dann, bei welcher Entfernung der beiden Schenkel diese Entfernung bemerkt werden konnte. Bei diesen zahlreichen Versuchen haben sich folgende Resultate ergeben: Vor allen Theilen zeichnen sich die Enden des dritten Fingergliedes und die Zungenspitze durch die Deutlichkeit der Empfindungen aus; hier wurde nämlich schon eine Entfernung der beiden Schenkel von ½ Linie bemerkt. Auf dem Rücken der Zunge war schon eine Entfernung von 2 Linien nöthig, wenn zwei und nicht eine Empfindung entstehen sollten. Mit den Fingerenden und der Zungenspitze bemerkte Weber leichter die Distanz in longitudinaler Richtung; auf dem Rücken der Zunge, im Gesicht, am behaarten Theile des Kopfes, am Halse, am ganzen Arme und Fuss dagegen leichter bei transverseller Stellung der beiden Schenkel. Die folgende Tafel giebt die Feinheit des Gefühls in den verschiedenen Theilen nach den Distanzen der

Schenkel an, welche nöthig waren, dass zwei und nicht eine Empfindung entstanden.

Zungenspitze	$\frac{1}{2}'''$
Volarfläche des 3. Fingergliedes	1
rothe Oberfläche der Lippen	2
Volarfläche des 2. Fingergliedes	2
Dorsalfläche des 3. Fingergliedes	3
Nasenspitze	3
Volarfläche über den Capitula oss. metacarpi	3
Zungenrücken 1″ von der Spitze	4
nicht rother Theil der Lippen	4
Rand der Zunge 1″ von der Spitze	4
Mittelhand des Daumens	4
Spitze des grossen Zehen	5
Dorsalfläche des 2. Fingergliedes	5
Volarfläche der Hand	5
Wangenhaut	5
äussere Oberfläche der Augenlieder	5
Schleimhaut des harten Gaumens	6
Haut über dem vordern Theile des Jochbeins	7
Plantarfläche des Mittelfusses des grossen Zehen	7
Dorsalfläche des 1. Fingergliedes	7
Dorsalfläche über den Capitula oss. metacarpi	8
Schleimhaut am Zahnfleisch	9
Haut hinten über dem Jochbein	10
unterer Theil der Stirn	10
unterer Theil des Hinterhauptes	12
Handrücken	14
Hals unter dem Unterkiefer	15
Scheitel	15
an der Kniescheibe	16
Haut über dem Heiligenbein	18
am Acromion	18
am Gesäss	18
am Vorderarm	18
am Unterschenkel beim Knie und Fuss	18
am Fussrücken bei den Zehen	18
auf dem Brustbein	20
am Rückgrat an den 5 obersten Rückenwirbeln	24
am Rückgrat beim Hinterhaupt	24
am Rückgrat in der Lendengegend	24
am Rückgrat in der Mitte des Halses	30
am Rückgrat in der Mitte des Rückens	30
in der Mitte des Arms	30
in der Mitte des Schenkels	30

An den Theilen von schärferer Empfindung wurde die Distanz der Schenkel des Cirkels scheinbar grösser empfunden als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl. Wurde eine horizontale Linie um den Thorax gezogen, und die Schenkel des Cirkels in dieser Linie aufgesetzt, so wurde die Distanz an zwei Stellen vorn und hinten, in der Mitte deutlicher empfunden. Wurde

der Cirkel in der Gegend jener Linie parallel mit der Längenachse des Körpers aufgesetzt, so zeigten sich vier Stellen von deutlicherer Empfindung, zwei in der vordern und hintern Mittellinie, zwei an den Seiten. Wurden in einer Längenlinie vom Kinn bis zur Schaam die transversell oder longitudinell gestellten Schenkel des Cirkels aufgesetzt, so war die Deutlichkeit der Empfindung am Kinn am stärksten, am Halse schwächer, am Brustbein wieder stärker, am obern Theil des Bauches wieder schwächer, am Nabel wieder stärker, in der Gegend der Symphyse der Schaambeine wieder schwächer. In der hintern Mittellinie war die deutlichste Empfindung unter dem Hinterhaupt und am Steiss. In der Seitenlängslinie des Rumpfes war die Empfindung deutlicher unter der Achsel und in den Weichen.

Die Deutlichkeit der Empfindung hängt nicht gerade von der Gegenwart und Zahl der Papillen ab. Denn die Brustwarzen hatten eine undeutliche Empfindung, und die Empfindung auf der Zunge war nur an der Spitze am deutlichsten; deshalb nimmt Weber an, dass der Unterschied von der Zahl, dem Laufe und der Endigung der Nervenfäden abhänge. Ich theile ganz diese Ansicht und bemerke bloss, dass vielleicht auch die leichtere oder schwierigere Irradiation an verschiedenen Stellen des Gehirns und Rückenmarks einigen Antheil an diesem Phänomen haben kann.

Die feinste Empfindung der Distanzen findet auf der Markhaut des Auges statt. Der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem zwei Punkte unterschieden werden können, ist 40″. Daraus berechnet Smith, dass ein kleinster empfindlicher Punkt der Markhaut des Auges $\frac{1}{8000}$ Zoll beträgt. Ich verweise in Hinsicht des Weitern auf die Physiologie der Sinne.

Eine sehr merkwürdige Vermischung oder Identification der Empfindungen findet in einem einzigen Falle bei den Empfindungen der gleichnamigen Nerven der rechten und linken Seite, nämlich der beiden N. optici statt. Von diesem besondern Fall wird ausführlich in der Physiologie der Sinne gehandelt.

III. Capitel. Von der Reflexion in den Bewegungen nach Empfindungen.

Die Bewegungen nach Empfindungen sind nicht bloss den älteren Physiologen, sondern den Aerzten überhaupt, zu allen Zeiten bekannt gewesen. Die meisten Physiologen leiteten sie nach Willis Vorgang von den Nervenverbindungen des Ganglienerven ab, welcher daher sogar den Namen Sympathicus behielt. Comparetti schrieb ein ganzes Werk zur Erklärung der krankhaften consensuellen Erscheinungen aus der Verbindung der Nerven. A. Comparetti *occursus medici. Venetiis* 1780. Diese Erklärungen nahmen die meisten Physiologen an und auch in der neuesten Zeit wandte man die in der Anatomie der Nerven erweiterten Beobachtungen auf diese Weise an. Siehe Tiedemann *Zeitschrift für Physiologie. I.* 1825. Einige Physiologen waren

dieser Erklärung schon in der ältern Zeit abhold, wie Haller, Cullen, Whytt, Monro u. A. Cullen *institutions of medecine. p.* 1. Whytt *über die Sympathie und die Krankheiten der Nerven (in der deutschen Uebersetzung von* Whytt's *sämmtlichen zur praktischen Arzneikunst gehörigen Schriften p.* 241.) Whytt *an essay on the vital an other involuntary motions of animals. Edinb.* 1751. *p.* 248. Monro *Bemerkungen über die Struktur und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1787. Whytt und Cullen erklärten die Erscheinungen durch Mitwirkung des Sensoriums und als durch Empfindungen bedingt.

Proschaska (*op. min.* 2.) äussert sich schon sehr bestimmt über die Reflexbewegungen. Sie bestehen darin, dass Empfindungen nach der ganzen Länge der Nerven nach dem Gehirn verpflanzt und in gewisse entsprechende motorische Nerven vom Gehirn und Rückenmark aus reflektirt werden. Er bezieht sich auf den enthaupteten Frosch, erklärt das Niesen, bemerkt ganz richtig, dass die Reflexion bewusst oder unbewusst geschehen könne, aber er hat die Erscheinungen viel zu enge aufgefasst, wenn er glaubt, dass alle reflektirten Bewegungen zweckmässig seien, und von der Selbsterhaltung ausgehen. Die allgemeinsten auffallendsten pathologischen Reflexbewegungen sind so unzweckmässig und stehen mit der Selbsterhaltung so sehr im Widerspruch, dass man es bei dem dazu disponirten Thier in seiner Gewalt hat, durch Vermeidung der Reflexbewegung das Leben zu verlängern, durch Zulassung von Reflexbewegung aber sogleich Tod durch Tetanus herbeizuführen.

Mehrere wichtige Beobachtungen, welche der Erklärung der Bewegungen nach Empfindungen durch den Sympathicus ungünstig sind, lieferte Mayo *anatomical and physiological commentaries. London* 1823. Man weiss, dass das Licht nur von der Retina aus die Iris bewegt. Diess hatte man zwar durch Verbindungen, welche zwischen dem N. opticus und sympathicus statt finden sollten, zu erklären gesucht. Mayo's Versuche über die Augennerven, nämlich über Bewegungen der Iris, die vom Nervus oculomotorius ausgeführt werden, aber vom N. opticus (durch Zerrung desselben) erregt werden, lassen aber keine andere Erklärung als durch Vermittelung des Gehirns zu. Nach Durchschneidung des N. opticus in der Schädelhöhle einer Taube, konnte Mayo durch Zerrung des Hirnendes des N. opticus noch eine Verengung der Pupille hervorbringen.

Allgemeiner wurde das Princip der Reflexion von den sensoriellen Nerven auf motorische durch Vermittelung der Centraltheile zur Erklärung aller Bewegungen, welche auf Empfindungen folgen, in der neuesten Zeit durch die Untersuchungen von Marshall Hall und mir, welche beide im Jahre 1833 veröffentlicht wurden, aufgefasst und durch neue Thatsachen als Erklärungsgrund für eine grosse Anzahl von bekannten, aber falsch erklärten Erscheinungen bewiesen *). Die von uns Beiden beob-

*) Die Abhandlung von Marshall Hall erschien im zweiten Theil der Philosoph. transact. von 1833. Ich hatte meine Ansicht gelegentlich in der

achteten Thatsachen, auf welche wir fussen, haben sehr viel Uebereinstimmendes, aber in der Erklärung der Erscheinungen weichen wir sehr ab. Das Folgende enthält meine Ansicht des Gegenstandes, auf welche ein Auszug der Arbeiten von Marshall Hall und eine Vergleichung der abweichenden Ansichten folgt.

Wenn Empfindungen, welche durch äussere Reize auf Empfindungsnerven hervorgebracht werden, Bewegungen in anderen Theilen hervorbringen, so geschieht diess niemals durch eine Wechselwirkung der sensibeln und motorischen Fasern eines Nerven selbst, sondern, indem die sensorielle Erregung auf das Gehirn und Rückenmark, und von diesen zurück auf motorische Fasern wirkt. Dieser für die Physiologie und Pathologie äusserst wichtige Satz bedarf eines strengen Beweises, der sehr gut empirisch geführt werden kann, und erklärt dann eine Menge physiologischer und pathologischer Erscheinungen.

Ich werde zuerst beweisen, dass die motorischen und sensibeln Fasern eines Nerven nach der Verbindung beider Wurzeln keine Verbindung mit einander eingehen, sondern getrennt bis zu ihren respektiven Theilen verlaufen, und dass daher auch in den Fällen, wo die Nervensympathie nicht im Spiele ist, die sensorielle und motorische Faser eines Nerven selbst durchaus keine Wechselwirkung haben.

Der Beweis dieses Satzes lässt sich leicht auf folgende Art führen: Reizt man einen gemischten Nerven, den man durchgeschnitten, an seinem centralen Stücke, wodurch heftige Schmerzen entstehen, so kann das Thier zwar diese Schmerzen durch Bewegungen zur Flucht, Schreien u. s. w. ausdrücken, allein die mit dem gereizten Nervenstumpf zusammenhängenden Muskelnerven werden nicht zu Actionen veranlasst. Es entstehen keine Zuckungen in den Muskeln, die von dem Nervenstumpfe Aeste erhalten.

Man kann diesen Satz auch folgendermassen beweisen: Da die drei Nerven für die hintere Extremität beim Frosch einen Plexus bilden, der wieder zwei Nerven abgiebt (s. oben p. 585.), so durchschneide man einen der letzten Nerven und isolire ihn von allen seinen Verbindungen mit Muskeln, und reize dann mechanisch das centrale Stück. Diese Zerrung bewirkt eine centripetale Erregung der sensoriellen Fasern dieses Nerven, allein die anderen Muskelnerven, die aus demselben Plexus hervorgehen, erregen bei der Quetschung des isolirten Nerven keine Zuckung ihrer Muskeln. Dass ferner die bei narkotisirten Fröschen

ersten Auflage der ersten Abtheilung der Physiologie, welche im Frühlinge 1833 erschien, in der Lehre von den Athembewegungen p. 333. erläutert und 1834 in der zweiten Abtheilung der Physiologie ausführlich vorgetragen, nachdem die Abhandlung von Marshall Hall erschienen war. Marshall Hall hatte indess bereits im Jahre 1832 in der Zoological Society über den Gegenstand einen Vortrag gehalten und ist daher in der Priorität. Eine Mittheilung über meine Ansicht der Sache und die Abweichung der seinigen gab mein verehrter College im *Lond. and Edinb. philos. Mag. Vol.* 10. *No.* 58. Seine neueren Schriften über diesen Gegenstand sind: *Memoirs on the Nervous system. London* 1837. *New Memoir on the Nervous system. London* 1843.

und anderen Thieren auf jede Berührung eintretenden allgemeinen Zuckungen nur durch das Rückenmark und Gehirn selbst vermittelt werden, lässt sich definitiv beweisen. Denn schneidet man ein Glied des narkotisirten Frosches ab, so bewirkt die Berührung derselben keine Zuckungen dieses Gliedes mehr. Noch instruktiver sind diese Versuche beim Erdsalamander.

Der gefleckte Erdsalamander behält nach Durchschneidung des Rückenmarks überaus lange die sogenannte Empfindungskraft in allen Theilen unter dem Schnitte, oder wenn man diess nicht Empfindungskraft nennen will, die Fähigkeit, Empfindungseindrücke auf das Rückenmark zu verpflanzen und durch Zuckung zu reagiren. Selbst das Schwanzende ist noch empfindlich, ja diese Empfindlichkeit ist durch die Durchschneidung des Rückenmarks eben so erhöht, als bei Fröschen, welche vorher narkotisirt waren. Berührt man einen abgeschnittenen Theil des Rumpfes vom Erdsalamander nur ganz leise, so zieht er sich jedesmal zusammen; diess dauert noch Stunden lang. Allein diess interessante Phänomen zeigt sich nur dann, wenn in dem abgeschnittenen Theile noch Rückenmark enthalten ist, nicht aber in den abgeschnittenen ganzen Gliedern, welche nichts vom Rückenmark enthalten. Diese interessanten Thatsachen beobachtete ich bereits vor mehreren Jahren, 1830, als ich mit Herrn Jordan Versuche über das Gift der Hautdrüsen beim gefleckten Salamander anstellen wollte.

Es geht hieraus hervor, dass die bei den Thieren auf Berührung einzelner Theile erfolgenden allgemeinen Zuckungen nicht durch Communication sensorieller und motorischer Fasern der Nerven geschehen, sondern dass das Rückenmark das Bindeglied zwischen der sensoriellen-centripetalen, und der allgemeinen motorischen-centrifugalen Erregung ist.

Das Phänomen allgemeiner Zuckungen nach örtlichen Empfindungen ist daher auch vom N. sympathicus unabhängig, und ist durch eine Irritation des Rückenmarks bedingt, wodurch jede ganz örtliche, sensorielle-centripetale Erregung sich auf das ganze Rückenmark und Gehirn verpflanzt, und von dort aus nothwendig alle motorischen Fasern anregt. Jene Irritation wird aber durch folgende Ursachen erregt:

1) Bei manchen Thieren durch blosse Zerschneidung und Quetschung des Rückenmarks. So zucken die Schildkröten noch nach abgeschnittenem Kopf, so oft sie berührt werden; so zukken ganz junge Vögel bei der Berührung im Moment nach der Decapitation. So zucken alle Theile des zerschnittenen Rumpfes beim Erdsalamander nach der Berührung.

2) Ferner wird das Rückenmark in diesem Grade irritirt durch das erste Stadium narkotischer Vergiftung bei den Fröschen, auch bei den Säugethieren, die nach Vergiftung mit Nux vomica sogleich zucken, wo und wie man sie anfasst. Diess Stadium der reizbaren Schwäche geht bei der Narcotisation fast immer dem Stadium der paralytischen Schwäche voraus.

3) Auch andere Ursachen, welche das Gehirn und Rückenmark durch Reizung schwächen, bewirken dasselbe Phänomen.

Bei Menschen mit reizbarer Schwäche des Nervensystems bewirkt jede unvorhergesehene Empfindung, Schall, Berührung, mechanische Erschütterung, ein allgemeines Zusammenfahren. So bei Menschen, die durch Reizung der Genitalien und dadurch des Rückenmarks oder durch andere Ursachen sich eine reizbare Schwäche des Rückenmarks zugezogen haben. Man kann hierbei einen Blick auf das Wesen der Nervenirritation thun. Alle Nervenreizung kann hintereinander drei Zustände bedingen. Zuerst Reizung, wobei die Kräfte noch unversehrt scheinen; 2. in dem Maasse, als die Reizung wiederholt wird, reizbare Schwäche; 3. atonische Schwäche.

4) Eine örtliche heftige Erregung eines Empfindungsnerven kann durch die Heftigkeit der centripetalen Erregung des Gehirns und Rückenmarks auch Zuckungen und Zittern veranlassen, wie nach einem heftigen örtlichen Verbrennen, beim Zahnausreissen etc.

5) Oertliche Reizungen der Nerven durch Entzündung oder knotige Anschwellung bewirken auch öfter allgemeine Krämpfe, selbst Epilepsie.

6) Die von der örtlichen sensoriellen Erregung entstehende Irritation des Rückenmarks kann bei heftigen Verletzungen so stark sein, dass die Zuckungen beständig sind und selbst ohne Berührung fortdauern. Diese von heftigen örtlichen Nervenverletzungen entstehende Irritation des Rückenmarks ist der Tetanus traumaticus. Jede heftige Irritation des Rückenmarks überhaupt ist Tetanus, sei sie durch narkotische Gifte oder örtlich und mittelbar veranlasst. Ich habe hier gezeigt, wie die Entstehung des Tetanus traumaticus aus einfachen, empirisch festgestellten Thatsachen zu begreifen ist.

7) Auch die heftige Irritation der sympathischen Nerven des Darmkanals erregt durck Rückwirkung auf die Centraltheile secundäre allgemeine Krämpfe, und so sind die Krämpfe in der sporadischen Cholera zu erklären; so die Zuckungen in Krankheiten der Eingeweide bei Kindern.

Die bisherigen Betrachtungen führen uns indess hier nur zunächst zur Feststellung der Thatsache, dass, wo immer durch örtliche Empfindung allgemeine Zuckungen entstehen, diess durch keine andere Verbindung sensorieller und motorischer Fasern geschieht als die des Rückenmarks. In sehr vielen Fällen entstehen aber nach örtlicher Reizung der Nerven nicht allgemeine, sondern örtliche Zuckungen, die indessen auch immer durch das Rückenmark als Bindeglied der sensoriellen und motorischen Fasern erklärt werden müssen. Die Fälle, welche sich hierbei aufstellen lassen, sind folgende:

1) Am einfachsten ist der Fall, wenn die örtliche sensorielle Reizung, auf das Rückenmark oder Gehirn verpflanzt, bloss örtliche Zuckungen erregt, und zwar in den nahe gelegenen Theilen, deren motorische Fasern in der Nähe mit den sensoriellen vom Rückenmark abgehen. Hierher gehören die Krämpfe und das Zittern in Gliedern, welche sich heftig verbrennen etc. Gewisse, sehr reizbare Theile des Organismus, wie die Iris, ziehen

sich überaus leicht zusammen, wenn auch nur schwache Reize andere sensorielle Nerven erregen, und die Reizung der letzteren zum Gehirn, und vom letztern durch den N. oculomotorius auf die kurze Wurzel des Ganglion ciliare, die Ciliarnerven und die Iris verpflanzt wird. Man weiss schon lange, dass die Iris nicht reizbar für das Licht ist, dass das Licht nur durch Vermittelung des Sehnerven und Gehirns auf die Iris wirkt; denn diess ergiebt sich aus den Versuchen von Lambert, Fontana, Caldani. Lichtstrahlen durch einen kleinen Kegel von Papier, oder durch eine kleine Oeffnung in einem Papierblatt durch die Pupille einfallend und also die Netzhaut treffend, bringen die Iris sogleich zur Bewegung, sind aber ohne Einfluss, wenn die Lichtstrahlen auf die Iris selbst einfallen. Ferner ist die Iris eines amaurotischen Auges unbeweglich, so lange das gesunde Auge geschlossen ist, zieht sich aber zusammen, wenn das Licht den Sehnerven des gesunden Auges anregt. Die Ausnahmen, in welchen die Iris der amaurotischen Augen noch Beweglichkeit besass (siehe Tiedemann in dessen *Zeitschrift* 1. *p* 252.), mögen wohl auf einer unvollkommenen Amaurose beruhen, oder wenn nur ein Auge amaurotisch war, so war die Ursache der Bewegung der Iris im amaurotischen Auge das Offensein des gesunden Auges. Die Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der Iris eines amaurotischen Auges kann und sollte nur untersucht werden, wenn das gesunde Auge geschlossen ist. Jede Beobachtung, in welcher diese Vorsichtsmaassregel nicht berücksichtigt worden, kann nicht entscheiden. van Deen (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834. 58.) sah, wenn er bei einem Kaninchen, dem er ein Hemisphaerium des Gehirns abgetragen und den Sehnerven dieser Seite durchschnitten, bei Anwendung eines Lichtes Zusammenziehung der Iris und schliesst daraus, dass der N. opticus keinen Einfluss auf die Iris habe. Da aber van Deen das Licht vor beide Augen (ante oculos) brachte, so musste dasselbe erfolgen, wie wenn die Iris eines amaurotischen Auges durch den Lichteinfluss auf das gesunde Auge bewegt wird. Es kann aber auch die Empfindung im Gehirn aufgehoben und ein Nerve doch noch der Reflexion fähig sein. Tiedemann's interessante Entdeckung, dass die Arteria centralis retinae von einem feinen Zweigelchen vom Ciliarknoten begleitet wird, kann auch nicht wohl zur Erklärung dienen. Denn alle Gefässe werden von Nerven begleitet; diess Zweigelchen verbreitet sich aber mit der Arteria centralis retinae, und steht mit der Retina in keinem erwiesenen Zusammenhange. Diese Rückwirkung vom Gehirn auf die Iris geschieht durch den N. oculomotorius, welcher nach Mayo's Versuchen bei jeder Reizung eine Zusammenziehung der Iris erregt. Magendie *Journ. d. physiol. T.* 3. 348. Wir wissen durch denselben Verf., dass das Hirnende des durchschnittenen Sehnerven gereizt noch Contraction der Iris bedingt. In der Zusammenziehung der Iris zeigt sich also eine Art Statik der Erregung zwischen centripetaler sensorieller und centrifugaler motorischer Wirkung durch Vermittelung des Gehirns. Auch andere Nerven können diese Statik verändern, wie die sensoriel-

len Aeste des N. trigeminus, so dass kaltes Wasser in die Nase geschlürft die Iris verengt. Unter diese einfacheren Fälle der reflektirten Erregung gehört auch das Blinzen der Augenlieder von längerem Lichteindruck, oder von einem starken Schall, oder von einem drohenden Gesichtseindruck.

Ferner gehören hierher die Zusammenziehungen aller Dammmuskeln, Musc. sphinct. ani, levator ani, bulbo-cavernosus, ischio-cavernosus bei der Austreibung des Saamens, in Folge der Irritation der Gefühlsnerven des Penis; in diesen Fällen ist das Rükkenmark das Bindeglied zwischen den Empfindungen und Bewegungen. Entblösste Muskeln, deren motorische Nerven durch Reizung der Muskeln selbst mitgereizt werden, bedürfen zwar jener centripetalen und centrifugalen Wirkung nicht, um Zukkungen zu erregen. Allein die Muskeln, welche von empfindlichen Häuten überkleidet werden und nicht der Reizung selbst blossliegen, müssen die Reizung zur Bewegung erst durch sensorielle Erregung ihrer empfindlichen Decke, centripetale Wirkung dieser sensoriellen Nerven und centrifugale motorische Erregung vom Gehirn aus erfahren. So können die Zusammenziehungen der Stimmritze und Luftwege von irrespirablen sauren Gasarten nicht unmittelbar durch Reizung dieser Wege erfolgen, sondern durch centripetale sensorielle und centrifugale motorische Erregung. Diess hat weitläufiger Brachet bewiesen. Denn wenn man den N. vagus eines Thieres auf beiden Seiten durchschneidet, so wirkt eine reizende chemische Substanz, die man in die Luftröhre bringt, nicht mehr als Reiz zum Husten. Der Husten von Reizen in den Luftwegen entsteht nur durch sensorielle centripetale und centrifugale motorische Erregung. Es ist eben so mit der Zusammenziehung des Sphincter ani und Sphincter vesicae urinariae. Diese Muskeln können selbst nicht von den Reizen der Excremente und des Harns zur Contraction gereizt werden, sondern diese Stoffe wirken auf die Empfindungsnerven der Schleimhaut, und erregen das Rückenmark, welches als beständig mit motorischer Nervenkraft geladen auf diese Muskeln zurückwirkt; daher nach Verletzung des Rückenmarks auch die Zusammenziehung dieser Muskeln aufhört.

2) Der zweite Fall ist, wo die sensorielle Erregung rein örtlich beschränkt, die rückwirkende vom Gehirn aus aber ausgebreiteter ist, wie schon aus jenen den Husten begleitenden Phänomenen hervorgeht, bei welchem nicht allein die N. vagi, sondern wegen der Brust- und Bauchmuskeln, die N. spinales mitwirken. Eben so ist es mit einer Menge krampfhafter Athembewegungen, dem Niesen, Schluchzen, Erbrechen etc., welche alle von Reizen innerhalb des Schleimhautsystems der Respirationsorgane und des Darmkanals entstehen, von Reizungen der Empfindungsnerven dieser Theile, die auf das Gehirn reflektirt werden, und dort die Quelle der respiratorischen Bewegungen in der Medulla oblongata in Thätigkeit setzen. Schon oben wurde die merkwürdige Eigenthümlichkeit angeführt, dass das System der Athemnerven durch lokale Reize in allen Schleimhäuten in Thätigkeit gesetzt werden kann. Vom Munde bis zum After, von

der Nase bis in die Lungen sind die Schleimhäute zu dieser Reflexion fähig. Denn alle diese Bewegungen, Husten, Niesen, Erbrechen, krampfhaft, unwillkürlicher Stuhlgang, unwillkürliches, mit Zwang verbundenes Harnlassen entstehen von heftigen Reizen in den Schleimhäuten des Rachens, der Speiseröhre, des Magens, des Darms und in der Schleimhaut der Respirationswerkzeuge. Das Niesen erklärte man sonst als eine krampfhafte Affection des Zwerchfelles; indess hat das Niesen mit dem Zwerchfell offenbar gar nichts zu thun; denn das Niesen ist eine heftige Exspiration, das Zwerchfell aber ist kein Musc. exspiratorius, sondern das Gegentheil. Bei der unrichtigen Supposition, dass das Niesen durch das Zwerchfell erfolge, liess man die Reizung der Nasalnerven auf das Ganglion spheno-palatinum, den N. vidianus, sympathicus, die Halsnerven, den N. phrenicus, den Willisischen Beinerven und den N. facialis sich fortpflanzen. Hier fällt nun offenbar der N. phrenicus ohnehin aus. Man suchte auch zu beweisen, dass das Niesen nicht von einer reflektirten Reizung vom Gehirn ausgehe, und berief sich darauf, dass ein Mensch ohne Geruchsinn doch von Tabak geniest habe. Warum sollte er es nicht, da bei dem Mangel der Geruchsnerven doch die gewöhnlichen Gefühlsnerven der Nase, N. nasales hier, wie überhaupt bei dem gesunden Menschen, die Empfindungen des Kitzels haben. Man zergliedere aber doch nur die Erklärung einer Sympathie durch den N. sympathicus durch die feinere Anatomie. Wie soll auch das Niesen durch eine Nervenverbindung erklärt werden? Erstens ist nicht entfernter Weise einzusehen, warum eine Reizung dieses Nervens von der Nase aus gerade Niesen und nicht vielmehr vieles Andere, z. B. eine verstärkte Bewegung des Darmkanals, hervorbringen soll. Dann reicht die Erklärung nicht aus, weil keine Verbindung des N. sympathicus mit einem anderen Nerven eine Verschmelzung der Fasern ist. Bei dem Niesen z. B. ist eine heftige Zusammenziehung aller Exspirationsmuskeln vorhanden; alle Primitivfasern der Intercostalnerven, welche die Zusammenziehung der Brust und des Bauches bewirken, müssen dabei irritirt sein. Wie sollten aber alle diese Fasern vom N. sympathicus irritirt werden können, der an jeden dieser Nerven ein Faserbündelchen anschliesst, das, weit entfernt, seine Primitivfasern mit allen Primitivfasern eines Spinalnerven zu verschmelzen, sie nur mit diesen vom Rückenmark empfängt. Da nun Primitivfasern anderen Fasern, die neben ihnen liegen, zumal in einer motorischen Wurzel ohne Ganglion, nichts mittheilen können, so ist hier auch die sympathische Affection aller Primitivfasern eines Intercostalnerven durch den Nervus sympathicus eine reine Unmöglichkeit. Alle diese Sympathien des Niesens, Hustens, Erbrechens sind abgemacht, sobald man die reflektirende Eigenschaft des Rückenmarks und Gehirns kennt, und es liegt nichts Schwieriges mehr in der Erklärung, sobald man von der Thatsache ausgeht, dass alle respiratorischen Nerven, Nervus facialis, vagus, accessorius, phrenicus, und die übrigen Spinal-Athemnerven des Rumpfes durch ihren Ursprung von der Medulla oblongata, oder ihre Abhängigkeit von derselben, leicht

zu convulsivischen Bewegungen in Muskeln erregt werden, durch alle Reize, die von den Empfindungsnerven der Schleimhäute auf das Rückenmark oder die Medulla oblongata geleitet werden.

Bei jedem heftigen Reiz in den Gedärmen, in den Urinwerkzeugen, in dem Uterus tritt leicht Zusammenziehung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln ein, wodurch die Bauchhöhle verkleinert und der Inhalt derselben, nach oben, wenn er im Magen enthalten ist (Erbrechen), oder nach unten durch den Mastdarm, durch die Harnwerkzeuge, durch die Genitalien, wie bei der Geburt, ausgetrieben wird. Der Stuhlzwang ist dieselbe Erscheinung für die unteren Theile des Darmkanales, was das Erbrechen für die oberen. Bei dem Harnzwang finden sich dieselben Bewegungen in Leidenschaft, die Geburt nimmt dieselben Muskeln in Anspruch, welche beim Erbrechen den Mageninhalt nach oben auswerfen; auch die nach dem Tode noch erfolgende Geburt, gleich wie das feste Anlegen des Schlundes um einen in denselben gebrachten Finger bei einem geköpften jungen Thiere, zeigen uns, von welchem wichtigen, mit dem Leben aufs innigste verknüpften Einflusse diese Fähigkeit des Rückenmarks ist, durch örtliche Erregungen seiner Empfindungsnerven zu motorischen Entladungen gereizt zu werden. Mag bei mehreren der hierher gehörigen Reizungen, beim Erbrechen etc., der N. sympathicus irgend eine Rolle spielen, so ist es keine andere als diejenige, die Reizung, wie alle anderen Empfindungsnerven, auf das Sensorium zu reflektiren. Dass er aber diese Wirkung haben kann, lässt sich durch einen Versuch zeigen: ich habe nämlich beim Kaninchen durch Zerrung des N. splanchnicus in der Bauchhöhle, an der innern Seite der Nebenniere, mehrmals Zuckungen der Bauchmuskeln beobachtet, und habe diess Phänomen, obgleich mir der Versuch beim Hunde nicht gelingen wollte, doch wiederholt bei Kaninchen gesehen.

3) In den unter 2. erwähnten Fällen ist die reflektirte Bewegung, die auf Empfindung folgende Bewegung auf eine grosse Gruppe von Nerven ausgedehnt, auf die respiratorischen Nerven, und sie entsteht am leichtesten durch Reizung der Schleimhäute; es kann jedoch bei höherer Reizung die Ausdehnung der reflektirten Bewegungen noch grösser werden und fast alle Rumpfnerven afficiren, wenn sich die Irritation des Rückenmarks ausdehnt. Hierher sind die Fälle der sporadischen Cholera zu rechnen (die asiatische Cholera führe ich wegen der Dunkelheit der Krankheit nicht auf), wo bei grosser Heftigkeit auch Krämpfe am Rumpfe eintreten können.

4) Bei den reflektirten Bewegungen, die durch heftige Empfindungen der äusseren Hautnerven und nicht der Schleimhautnerven entstehen, wird die Gruppe der respiratorischen Bewegungen auch nicht in Mitleidenschaft gezogen, sondern es entstehen leichter Krämpfe der Muskeln des ganzen Rumpfnervensystems ohne krampfhafte Athembewegungen. Der höchste Grad ist der epileptische Krampf von örtlicher Nervenaffektion und der Tetanus traumaticus von Verletzung eines Nerven.

Marshall Hall unterscheidet vier Arten von Muskelzusam

menziehung: 1. die willkürliche, welche vom Gehirn, 2. die respiratorische, welche von der Medulla oblongata abzuhängen scheint, 3. die unwillkürliche, welche von den Nerven und Muskeln abhängt, und die unmittelbare Anwendung des Reizes auf die mit Nerven versehenen Muskeln oder ihre Nerven erfordert, und 4. die reflektirende, welche zum Theil fortdauert, nachdem die willkürliche und respiratorische aufgehört haben, und an die Medulla spinalis gebunden ist. Sie hört nach Entfernung des Rückenmarks auf, wenngleich die Irritabilität sich nicht vermindert. Bei dieser vierten entspringt der motorische Reiz nicht in einem Centraltheil des Nervensystems, sondern in einiger Entfernung vom Centrum; sie ist weder willkürlich, noch in ihrem Verlaufe direkt, sondern vielmehr erregt durch eigenthümliche Reize, die nicht unmittelbar auf die Muskelfaser und die motorischen Nerven einwirken, sondern auf häutige Ausbreitungen, von denen der Reiz zum Rückenmark geleitet wird. Marshall Hall erläutert die Wichtigkeit dieser reflektirenden Funktion des verlängerten Markes und Rückenmarkes durch einige Beispiele. Das Aufnehmen des Futters ist ein willkürlicher Akt und kann nach Entfernung des Gehirns nicht mehr vollzogen werden; der Uebergang des Bissens über die Glottis und durch den Pharynx hängt von der reflektirenden Funktion ab, und findet noch statt, wenn das Gehirn entfernt worden. Obgleich nämlich die hierbei thätigen Muskeln auch willkürlich thätig sein können, so bewirkt doch die Gegenwart des Bissens im Schlunde eine Reihe von heftigen Bewegungen, die oben beschrieben worden und welche dadurch entstehen, dass der Reiz des Bissens auf die empfindliche Schleimhaut wirkt, und diese Empfindung die Medulla oblongata zur Entladung in die motorischen Nerven anregt. Den weitern Akt der Deglutition in der Speiseröhre hält Marshall Hall für die Wirkung des unmittelbar auf die Muskelfiber des Oesophagus wirkenden Reizes und das Resultat der Irritabilität des letztern, welches sehr zweifelhaft erscheinen dürfte. Selbst an geköpften jungen Thieren kann man übrigens, wie schon angeführt, noch die durch mechanische Reizung des Schlundes erfolgende, reflektirte motorische Erregung beobachten. Marshall Hall zeigt nun den dauernden Einfluss dieser Funktion an den Sphincteren. Der Sphincter ani bleibt bei einer Schildkröte nach der Enthauptung geschlossen, so lange der untere Theil der Medulla spinalis unverletzt ist, wird aber sogleich schlaff und öffnet sich, wenn man das Rückenmark wegnimmt.

Derselbe durchschnitt das Rückenmark bei einer lebhaften Coluber natrix zwischen dem 2. und 3. Wirbel. Die Bewegungen hörten sogleich auf; so bleibt es auch, wenn das Thier nicht gereizt wird. Wird es aber gereizt, so bewegt sich das Thier eine Zeit lang, da bei jeder veränderten Lage neue Theile seiner Oberfläche mit dem Boden in Berührung kommen. Allmälig kommt das Thier wieder zur Ruhe; aber die geringste Berührung erneuert dagegen die Bewegung.

Marshall Hall zeigt recht schön das Verhältniss der will-

kürlichen, respiratorischen und reflektirten Bewegungen, indem er zugleich zu beweisen sucht, dass die nach Verlust des Gehirns stattfindenden reflektirten Bewegungen nicht von wahrer Empfindung, sondern nur von der bei den Empfindungen stattfindenden centripetalen Nervenwirkung abhängig sind. Empfindung, Wille, Bewegung seien die drei Glieder der Kette, wenn eine Bewegung durch Schmerz herbeigeführt wird; werde aber das mittlere dieser Glieder zerstört, so höre die Verbindung zwischen dem ersten und zweiten mit dem Bewusstsein auf. Wir glauben auch, dass die nach Verlust des Gehirns stattfindenden reflektirten Bewegungen auf Hautreize keinen Beweis enthalten, dass die Hautreize noch wahre Empfindung im Rückenmark erregen können; es ist vielmehr die gewöhnlich auch bei den Empfindungen stattfindende centripetale Leitung des Nervenprincips, die aber hier nicht mehr Empfindung ist, weil sie nicht mehr zum Gehirn, zum Organ des Bewusstseins geleitet wird. Auch während des gesunden Lebens erfolgen viele reflektirte Bewegungen durch Hautreize, welche nicht als wahre Empfindungen zum Bewusstsein kommen, aber doch heftige Eindrücke auf das Rückenmark erregen können, wie z. B. die dauernde Zusammenziehung der Sphincteren vom Reiz der Excremente und des Harns. Allein Marshall Hall geht doch zu weit, wenn er annimmt, dass bei dem gesunden Leben jede Bewegung auf wahre Empfindung vom Willen bedingt werde, und alle Erregungen der empfindlichen Theile bei den reflektirten Bewegungen ohne Empfindung seien. Denn die reflektirten Bewegungen des Niesens, Hustens und viele andere erfolgen von wirklichen Empfindungen.

Die reflektirten Bewegungen und die unwillkürlichen, nicht reflektirten Bewegungen sind nicht mit einander zu verwechseln. Wird die Stimmritze eines Thieres berührt, sagt Marshall Hall, so folgt eine Zusammenziehung; eben so, wenn das Herz berührt wird. Durch Entfernung des Gehirns tritt keine Aenderung ein. Nimmt man aber die Medulla oblongata weg, so hören die Contractionen des Larynx auf Reize auf, während die des Herzens selbst nach Entfernung der Medulla spinalis fortdauern. Die Wirkung des Reizes auf das Herz ist eine unmittelbare (Irritabilität); ein auf den Larynx angebrachter Reiz muss dagegen zur Medulla oblongata fortgepflanzt werden und die Contraction erfolgt mittelbar von dieser aus. Bei einer Schlange trat nach Entfernung des Kopfes eine Bewegung des Larynx ein, welcher abwärts gezogen und geschlossen wurde, sobald Marshall Hall eine Stelle innerhalb der Zähne des Unterkiefers oder die Nasenlöcher berührte. Diess fand nach Entfernung der Medulla oblongata nicht mehr statt. Marshall Hall erwähnt zuletzt, als zur reflektirenden Funktion gehörend, das Blinzeln der Augenlieder, wenn dieselben berührt werden, die eigenthümliche Wirkung auf die Respiration durch Kitzeln, oder wenn kaltes Wasser ins Gesicht gespritzt wird, das Niesen durch Reizen der Nasenschleimhaut, Husten, Erbrechen durch Reizen des Larynx oder Pharynx, Tenesmus durch Reizung des Mastdarms, und Strangurie durch Reizung der Blase.

Man sieht, dass die Krämpfe in den Krankheiten eine sehr verschiedene Quelle haben können. Es giebt nämlich krampfhafte Affektionen, welche ihren Sitz in den motorischen Nerven selbst, oder ihre Ursache im Gehirn und Rückenmark haben; aber auch reflektirte Krämpfe, deren Ursache in Reizungen von Empfindungsnerven liegt, wie die nach Intestinalreizungen, bei der Dentition, Odontalgie, und überhaupt nach schmerzhaften Nervenleiden von organischen und nicht organischen Fehlern, oft erfolgenden Krämpfe.

Die bisher beschriebenen Phänomene haben zwar alle mit einander gemein, dass das Rückenmark das Bindeglied zwischen einer sensorischen und motorischen Bewegung des Nervenprincips ist, indess lassen sich auch noch bestimmter die Wege bezeichnen, welche bei den reflektirten Bewegungen von den Empfindungsnerven auf die motorischen Nerven im Rückenmark die Leitung bewirken. Die gewöhnlichste Art der reflektirten Bewegung ist, dass die Muskeln des Gliedes, an welchem man heftige Empfindungen erregt, bewegt werden, wie beim Verbrennen der Haut Zuckungen zunächst in dem verbrannten Gliede, und im Anfange der Narcotisation eines Thieres bei Empfindungsreizung der Haut am leichtesten auch die Muskeln des gereizten Gliedes bewegt werden, wie der Bissen die reflektirte Bewegung der Schlingwerkzeuge hervorbringt, und der Staub in der Conjunctiva blosse Empfindung erregend, das reflektirte Schliessen der Augenlieder hervorruft, und wie endlich die Reize des Urins und der Excremente mittelbar auf die Bewegung der Sphincteren wirken. Sobald daher die Empfindungsbewegung das Rükkenmark erreicht hat, so geht die Bewegung nicht auf das ganze Rückenmark über, sondern am leichtesten auf diejenigen motorischen Nerven, welche den nächsten Ursprung an den gereizten sensibeln Nerven haben; oder mit anderen Worten, der leichteste Weg der Strömung oder Schwingung ist von der hintern Wurzel eines Nerven oder seiner einzelnen Primitivfasern nach dessen vorderer Wurzel oder nach den vorderen Wurzeln mehrerer nahe gelegenen Nerven.

Wir sehen daraus, dass das Princip der Nerven bei diesen Strömungen oder Schwingungen die kürzesten Wege nimmt, um von Empfindungsfasern durch das Rückenmark auf Bewegungsfasern zu wirken; gleichwie die Elektricität auch den kürzesten Weg von einem zum andern der genäherten Poldräthe nimmt. Richtiger ausgedrückt und in die Sprache der Nervenphysik übersetzt, heisst diess jedoch so, dass bei heftiger Erregung der motorischen Eigenschaft des Rückenmarkes durch einen Empfindungsnerven zunächst nur derjenige Theil des Rückenmarkes erregt wird, und wieder Zuckung erregt, welcher dem Empfindungsnerven den Ursprung giebt, und dass die Erregung anderer Theile des Rückenmarkes und der davon entspringenden motorischen Nerven in dem Maasse abnimmt, als sie sich von der durch den Empfindungsnerven erregten Stelle entfernen. Dasselbe gilt auch von den Hirnnerven. Die grossen Sinnesnerven sind vorzüglich geneigt, reflektirte Bewegungen der mo-

torischen Gehirnnerven zu verursachen, und namentlich der N. opticus und acusticus; beide bewirken bei grellem Lichte und starkem Schall eine reflektirte Erregung des N. facialis, und dadurch Schliessen oder Blinzeln der Augenlieder. Der N. opticus bewirkt hinwieder leicht die reflektirte Erregung des N. oculomotorius durch Bewegung der Iris, und erregt beim Sehen von intensivem Licht eine reflektirte Affektion des N. facialis mit anderen Nerven im Niesen. Aber auch der grosse Gefühlsnerve des Vorderhauptes und Gesichtes, die grosse Portion des N. trigeminus kann den N. oculomotorius und facialis durch Vermittelung des Gehirns erregen; so entsteht Zusammenziehung der Iris von in die Nase eingezogenem kaltem Wasser, und von Kitzel in der Nase entsteht Niesen und die damit verbundene Thätigkeit des N. facialis bei Erregung der Gesichtsmuskeln. Kurzum wir sehen, dass von den motorischen Gehirnnerven die zum Ciliarknoten und also zu der Iris gehenden Theile des Nervus oculomotorius und der Nervus facialis am leichtesten durch Reflexion erregt werden, und dass sowohl Gesichts- als Gefühls- und Gehöreindrücke die erregende Ursache sein können; daher zwischen den Ursprüngen des N. opticus, trigeminus und acusticus, und den Ursprungsstellen jener motorischen Nerven im Gehirn eine durch die erste Formation prästabilirte leichtere Leitung stattfinden muss. Diejenigen Empfindungsnerven und motorischen Nerven, deren Wechselwirkung durch das Gehirn und Rückenmark erleichtert ist, zeigen mit jenen Centraltheilen eine Art Statik, eines verändert das andere, wie das Steigen einer Waageschaale das Sinken der anderen bedingt, das Fallen des Fluidums in dem einen Schenkel einer zweischenkligen Röhre das Steigen in dem andern bewirkt bis zur Herstellung des Gleichgewichtes. Ist auch ein Empfindungsnerve für gewöhnlich nicht im Stande, eine reflektirte Bewegung hervorzurufen, so tritt sie doch bei einiger Heftigkeit der Empfindung sogleich auf, und das Rückenmark und Gehirn reflektiren dann die von Seiten der Empfindungsnerven erhaltene Strömung oder Schwingung in diejenigen motorischen Nerven, zu welchen die Leitung von jenen Empfindungsnerven durch die Fasern des Gehirns und Rückenmarkes am leichtesten ist.

Eine andere, sehr gewöhnliche Bahn der Leitung von Empfindungsnerven zu motorischen Nerven durch Vermittelung des Rückenmarks und der Medulla oblongata, ist die der Erregung des Schleimhautsystems und der secundären Affektion der Respirationsmuskeln im Erbrechen, Stuhlzwang, Gebären, Harnzwang, Husten, Niesen, Schluchzen etc. Ausser dem eben erörterten statischen Gesetz, dass Nerven verwandten Ursprunges, oder von nicht allzu entferntem Ursprunge zu den Erscheinungen der Reflexion sich eignen, ist das am häufigsten eintretende Gesetz der Nervenstatik, der Reflexion, das eben erwähnte. Daher in der Medulla oblongata und dem Rückenmark, zwischen den Empfindungsnerven der Schleimhäute (N. trigeminus — Nase; N. vagus — Luftröhre, Lungen, Schlund, Speiseröhre, Magen; N. sympathicus — Darmkanal, Uterus. Aeste des Sacralplexus und N. sym-

pathicus zur Urinblase und zum Mastdarm) und den motorischen Respirationsnerven (N. facialis; accessorius, N. spinales) eine leichtere Leitung präformirt sein muss, während dagegen die zu den Extremitäten gehenden N. spinales von dieser Harmonie ausgeschlossen sind.

Tritt aber eine gewisse Irritation des Rückenmarks und Gehirns durch Narkosis oder andere Ursachen ein, so kann jede Empfindung eine Entladung des Rückenmarkes nach allen motorischen Nerven bewirken, auch zu denjenigen, welche sonst am schwersten mit afficirt werden, zu den motorischen Nerven der Extremitäten. Ja Volkmann (Muell. *Arch.* 1838. 15.) hat gezeigt, dass Längstheilung des Rückenmarks bei enthaupteten Fröschen die Ausdehnung der Reflexbewegungen über alle Muskeln beider Körperhälften nicht hindert, so lange nur irgend ein Theil des Rückenmarkes verbunden bleibt.

Es entsteht zuletzt die Frage, in wie weit die Empfindung an den Reflexbewegungen als Empfindung Antheil hat. Volkmann neigt sich zu der Ansicht von Whytt, welcher bewusste Empfindung und spontane zweckmässige Reaction bei den Bewegungen, die auf Empfindungen folgen, annahm. Dass diess in vielen Fällen so ist, scheint mir nicht bezweifelt werden zu können, namentlich scheint es so bei den Reflexbewegungen zu sein, welche bei unversehrtem Gehirn und Rückenmark erfolgen. Hierher gehört z. B. das Schliessen der Augenlieder beim heftigen Lichtreiz, die Bewegung der Athemmuskeln bei Reizung der Schleimhaut des Tractus respiratorius, intestinalis, urinarius. Bedenkt man aber, dass alle Stücke einer Salamandra maculata noch Reflexbewegungen zeigen, welche noch etwas vom Rückenmark enthalten, so lässt sich diese (neuerlich noch von mehreren andern Seiten vorgetragene) Ansicht schwerlich als durchgreifend festhalten. Auch giebt es Reflexionserscheinungen an Organen, welche dem Einfluss des Willens entzogen sind, wie am Darmkanal und Herzen. Ich sah sie an den Lymphherzen der decapitirten Schildkröte erfolgen, jedesmal als ich den Fuss des Thiers knipp. Das Lymphherz, das schon zu pulsiren aufgehört, zog sich noch jedesmal zusammen, wenn der Hinterfuss geknippen wurde. Endlich haben die allgemeinen reflektirten Zuckungen nach der Narcotisation nicht die geringste Aehnlichkeit mit einer spontanen zweckmässigen Reaktion.

Die unbedeutendste lokale Empfindung wird hier in eine Bewegung nicht bloss der entsprechenden Muskeln dieses Theils, sondern aller Muskeln des ganzen Körpers verwandelt, also Mitbewegung und Reflexbewegung zu einer Erscheinung combinirt und zwar sowohl gegen den Willen, als völlig unzweckmässig. Wenn sich ein Thier im Maximo der reflektorischen Spannung des Rückenmarks und Gehirns befindet, so bekommt es den Tetanus, wenn man es stark anfasst und es stirbt in wenigen Sekunden, statt, dass es ruhig gelassen, noch eine geraume Zeit gelebt haben würde. Ich habe diese Erscheinung wiederholt bei den p. 132. erwähnten Versuchen über die Exstirpation der Leber bei Fröschen bemerkt. Diese wie alle grossen Verletzungen

bringen die Frösche zuletzt in das Maximum reflektorischer und zwar höchst unzweckmässiger Spannung des Rückenmarks, welche bei den Fröschen, denen ich die Leber ausgeschnitten, am 3. oder 4. Tage eintrat. Die Thiere sassen jetzt ruhig da, so lange sie vor aller Erschütterung und Empfindung bewahrt wurden. Dass sie in diesem Grade von reflektorischer Spannung sich befanden, gab sich zu erkennen an ihrem Zusammenfahren bei der kleinsten Erschütterung. Wurden sie vor dieser oder starken Empfindungen bewahrt, so konnten sie noch eine Zeitlang erhalten werden, fasste ich sie aber mit den Händen an, so bekamen sie augenblicklich den Tetanus als Reflexion und waren, die vorher noch so viel Kraft hatten, um aufrecht zu sitzen, in einigen Sekunden völlig todt. Die reflektirte Bewegung kann also sehr unzweckmässig sein und ist immer unzweckmässig, wo sie sich in der Form der Mitbewegung über viele Muskeln ausdehnt, wie denn alle Mitbewegung unzweckmässig ist. Diese völlig unzweckmässigen Reflexbewegungen sind eben die merkwürdigsten und ausgedehntesten Phänomene dieser Art.

Was das Verhältniss der Empfindung zur Reflexbewegung betrifft, so ist das Bewusstwerden einer solchen durchaus nicht zur Reflexion nöthig.

Nach meiner Meinung bewirkt eine Reizung eines sensoriellen Spinalnerven zunächst eine centripetale Action des Nervenprincips zum Rückenmark. Kann diese noch zum Sensorium commune gelangen, so ist es eine bewusste Empfindung. Gelangt sie aber wegen Durchschneidung des Rückenmarks nicht zum Sensorium commune, so behält sie doch ihre ganze Kraft als centripetale Action auf das Rückenmark. In beiden Fällen kann eine centripetale Action eines sensoriellen Nerven eine Reflexbewegung hervorbringen. Im ersten Falle wurde die centripetale Action zugleich Empfindung, im letztern Falle nicht, aber sie ist zur Reflexbewegung oder zur centrifugalen Reflexion hinreichend.

Marshall Hall's Ansicht entfernt sich sowohl von derjenigen von Whytt, als von der meinigen und ist eigenthümlich. Er beschränkt zuerst die Erscheinungen der Reflexion auf die blossen Spinalnerven und schliesst die Sinnesnerven des Gehirns aus. Nach ihm wird die Reflexion niemals durch eine Empfindung und selbst nicht einmal durch die sensoriellen Nerven vermittelt. Vielmehr nimmt Marshall Hall eigene Nerven oder Nervenfasern als excito-motorische an, auch die centrifugale Action erfolgt bei der Reflexion nicht in den spontan-motorischen Nerven, sondern in eigenen Fasern, welche er reflecto-motorische nennt. Sensorielle und excito-motorische Fasern kommen von den hintern Wurzeln, spontan-motorische und reflecto-motorische von den vordern Wurzeln der Spinalnerven und Nerven der Medulla oblongata; auch wird der N. vagus nicht als vorzugsweise sensorieller, sondern als excito-motorischer Nerve angesehen, weil seine Durchschneidung nach Marshall Hall und Broughton nicht schmerzhaft ist, aber die Respirationsbewegungen verändert. Diese Ansicht ist in Mershall Hall's neuestem Werk über das Nerven-

system (*Memoirs on the nervous system. London* 1837. 4.) ausführlich entwickelt. Volkmann hat diese Lehre in seiner erwähnten Abhandlung bestritten und unter Anderem angeführt, dass der N. vagus in der That auch schmerzhafter Empfindungen fähig sei.

IV. Capitel. Von der verschiedenen Action der sensibeln und motorischen Nerven.

In den vorhergehenden Capiteln der Nerven-Mechanik sind die Empfindungs- und Bewegungserscheinungen, bewirkt in den zwei Klassen der Nerven, zergliedert worden, ohne auf die Frage von den innern Ursachen dieses Unterschiedes einzugehen. Alle Consequenzen des Bell'schen Lehrsatzes, und die weiteren Fortschritte der Nervenphysik in der Kenntniss der Mitbewegungen, Mitempfindungen und Reflexbewegungen liessen sich entwickeln ohne diese Frage zu erörtern. Von diesem Punkte an aber beginnen die Dunkelheiten, und man wird sich der gegenwärtigen Grenzen der Wissenschaft deutlich bewusst. Worin besteht denn nun dieser Unterschied der sensoriellen und motorischen Nerven? Liegt er in der Art und Richtung der Fortpflanzung, oder liegt er in der Natur der Theile, von welchen die Nerven kommen und zu welchen sie hingehen? Sind alle Nerven qualitativ und durch ihre Leitungsfähigkeit gleich, entbehren die sensoriell genannten der Bewegungsfähigkeit, weil sie sich nicht in Muskeln verbreiten; sind die vordern Wurzeln nur deswegen motorisch, weil ihre Fasern eben mit Muskeln in Verbindung stehen?

Mehrere haben die Sache in einfachster Weise so vorzustellen versucht. Man sehe den Aufsatz eines Ungenannten in Roser und Wunderlich's *Archiv für physiologische Heilkunde. I.* 1842. *p.* 295. J. W. Arnold hat dieser Auffassung eine besondere Schrift gewidmet. Ich glaube hierbei an drei Thatsachen erinnern zu müssen, erstens, dass die Muskeläste von dem dritten Ast des Trigeminus (ohne Zweifel nicht ohne tiefern Grund) ein Bündel aus der sensoriellen Portion des Trigeminus aufnehmen, zweitens, dass der Lingualis sich mit Zungenfleischästen des Hypoglossus verbindet, gleichwohl aber keine Wirkung auf die Bewegung der Zunge hat, drittens, dass sich durch Durchschneidung der hintern Wurzeln der Spinalnerven des Frosches auf der einen Seite, der vordern Wurzeln auf der andern Seite, in einer Hälfte die ganze Empfindung, in der andern die ganze Bewegung aufheben lässt (siehe oben p. 562). Bei dem Abschneiden der Beine der empfindungslosen Seite habe ich überhaupt keine Spur der Empfindung wahrgenommen, und wenn die Muskeln sie verloren hatten, so scheint sie durch die Lähmung der hintern Wurzeln verloren gegangen zu sein.

Ohne diese Frage für abgemacht zu halten, lässt sich doch so viel einsehen, dass die Hauptfrage eine ganz andere ist, wie nämlich die Leitung und Fortpflanzung in den beiden Klassen der Nerven geschieht, ob die Nervenfasern ihre Zustände von dem veränderten Punkte in jeder Richtung ins Gleichgewicht

setzen, in jeder Richtung fortpflanzen, oder ob diese Fortpflanzung in den sensoriellen Nerven nur in centripetaler, in den motorischen nur in centrifugaler Richtung geschieht. So haben wir die Frage an dieser Stelle in den früheren Auflagen dieses Werkes gestellt, aber wir müssen bekennen, dass die Wissenschaft auf diesem Felde nicht weiter fortgeschritten ist und dass wir darüber noch ebenso ungewiss wie damals sind. Die peripherischen Wirkungen von sensoriellen Nerven, wie des N. lacrymalis, der Einfluss der Durchschneidung des Trigeminus auf die Ernährung des Auges, das sich entzündet (Magendie), die Wirkung der Nerven gleicher Quelle auf die Absonderung des Speichels sind sehr sprechende Phänomene, aber sie sind dermalen in dieser Frage zur Entscheidung der Alternative nicht sicher zu benutzen, da es sich hierbei noch um ganz andere eingemengte Nervenfasern handeln kann, die möglicherweise von Ganglien der Empfindungsnerven oder Ganglien des Sympathicus entspringen.

Es ist bekannt, dass die Wirkung bei den Muskelnerven immer nur in der Richtung der Nervenzweige erfolgt, und dass die Muskeln nicht zucken, welche Nervenäste vom Stamme erhalten über der Stelle der Reizung, dass dagegen nach abwärts die Wirkung sich auf alle Muskelnerven ausdehnt, die von dem Stamme unter der gereizten Stelle abgehen. Diese Thatsache scheint zu beweisen, dass die Nervenwirkung in den motorischen Nerven nur in centrifugaler Richtung erfolgt, vom Stamme nach den Aesten. Allein diess lässt sich sehr wohl aus Thatsachen ganz anders erklären. Die mikroskopische Anatomie der Nerven lehrt, dass die Primitivfasern in den Stämmen sich nicht verbinden, dass also der Nervenstamm nur die Summe aller unendlich vielen Primitivfasern ist, die aus dem Stamm mit den Aesten hervorgehen. Die Primitivfasern der Aeste, die in verschiedener Höhe vom Stamme abgehen, hängen daher gar nicht im Stamme zusammen, die motorischen Fasern laufen getrennt bis zum Rückenmark oder Gehirn, und die Reizung eines Astes kann daher rückwärts, wenn eine Rückwärtswirkung stattfindet, keine Theile des Stammes mit afficiren, sondern diese Rückwärtswirkung würde sich auf die Primitivfasern des gereizten Astes beschränken, welche im Stamme ohne Verbindung bis zum Gehirn oder Rückenmark fortlaufen. Wenn also auch ausser der Wirkung nach den Muskeln eine Rückenmarkswirkung des in einem Punkte gereizten motorischen Nerven nach dem Gehirn und Rückenmark stattfände, so könnten wir sie nicht an Zuckungen anderer Theile merken, weil die Fasern eines Stammes mit keinen Fasern höherer Aeste zusammenhängen. Diese Rückwärtswirkung kann auch im Rückenmark isolirt bleiben. Eben so mit den an einem Punkte ihrer Länge gereizten sensibeln Fasern. Die sensibeln Fasern bewirken nur Empfindungen, wenn sie mit dem unversehrten Rückenmark und Gehirn zusammenhängen. Hieraus könnte man auf eine blosse centripetale Wirkung der sensibeln Nervenfasern schliessen, allein dieser Schluss ist eben so fehlerhaft, denn nur der centripetale Strom von jenem Punkte kann bewusst werden, weil nur er von dem Centralorgane empfunden wird, der

entgegengesetzte Strom der sensibeln Fasern kann nicht bewusst werden, wenn er auch stattfindet.

Da die sensibeln Nerven auch dann, wenn sie sich in Muskeln (wie der N. lingualis in der Zunge) verbreiten, keinen Einfluss auf die Muskeln haben (siehe oben p. 566.), so folgt, dass die motorischen Nerven allein in jener Wechselwirkung mit den Muskeln stehen. Diess kann aber auch wieder eben so gut von einer eigenthümlichen, nur den motorischen Nerven eigenen Wirkungsart herrühren, als von einer, nur den motorischen Nerven zukommenden centrifugalen Richtung der Nervenwirkung.

Das folgende nicht sicher entscheidende Experiment konnte ich nur als Beispiel anführen, wie eine experimentelle Behandlung des Gegenstandes versucht wurde. Die Frösche werden nach der Vergiftung mit Opium so äusserst reizbar im Rückenmark, dass jede auch noch so geringe Erschütterung, z. B. das leise Klopfen auf den Tisch, auf welchem der Frosch liegt, oder das Fallenlassen eines Fusses eine Zuckung am ganzen Körper bewirkt. Nicht allein die Erschütterung des Rückenmarkes selbst thut diess, sondern auch eine ganz örtliche Empfindung, die auf das Rückenmark verpflanzt wird. Diese Thatsache vorausgesetzt, wollte ich bei einem Frosch die hinteren oder sensibeln Wurzeln der Nerven für ein Hinterbein durchschneiden, den Frosch vergiften, und dann sehen, ob die Nerven dieses Beins, welches noch durch die vorderen oder motorischen Wurzeln mit dem Rückenmark zusammenhängt, wenn sie gereizt werden, so gut wie die Empfindungsnerven diese Reizung auf das äusserst gereizte Rückenmark fortpflanzen können in centripetaler Bewegung, und ob also die Reizung eines Bewegungsnerven in einem empfindungslosen Bein rückwärts auch noch allgemeine Zuckungen in einem vergifteten Frosch bewirkt. Der Erfolg des wiederholten Versuchs ist dagegen. Diese Zuckungen erfolgten nicht, wenn die Reizung des Bewegungsnerven ganz ohne alle Erschütterung des ganzen Frosches geschah, z. B. durch Schneiden eines Nerven mit der Scheere; auch die mechanische Reizung des Nerven mit der Nadel und Pincette brachte dann keine allgemeinen Zuckungen am ganzen Frosch hervor, wenn nur keine Erschütterung des Frosches dabei stattfand *).

*) Um diese Versuche gut anzustellen, muss man erst das Gift beibringen, und wenn sich die erste Wirkung zeigt, wenn nämlich der Frosch beim Klopfen auf den Tisch, worauf er liegt, zu zucken anfängt, schnell das Rückgrat öffnen, und auf einer Seite alle drei hinteren Wurzeln der Nerven des einen Hinterbeines durchschneiden, während die andere Seite unversehrt bleibt; darauf präparirt man eben so schnell den Schenkelnerven auf beiden Seiten heraus und schneidet ihn über dem Knie ab, so dass er am Oberschenkel heraushängt. So ist der Frosch zum Versuch präparirt. Bricht man aber vor dem Beibringen des Giftes das Rückgrat auf, so verliert er vor der Vergiftung so viel Blut, dass das Gift hernach nicht mehr recht resorbirt wird. Dieser Versuch ist überhaupt schwer, und man muss ihn oft anstellen, bis man zu einem reinen Experiment kommt. Auch darf die Dosis des Giftes nicht zu stark sein, damit die Paralyse nicht zu schnell eintritt. Am besten ist Opium; Nux vomica macht zu schnell paralytisch.

Wenn aus diesem Versuch zu folgen scheint, dass nach Durchschneidung der hintern Wurzeln in einem narkotisirten Thiere die vordern Wurzeln ungeeignet sind, das Rückenmark zur Reflexion zu erregen, so ist man deswegen doch noch nicht berechtigt, anzunehmen, dass die motorischen Wurzeln nur der centrifugalen Fortpflanzung fähig seien.

Wichtige Aufschlüsse dürften in dieser Sache zu erwarten sein, wenn die elektrischen Erscheinungen an den Nerven, worüber p. 557. berichtet wurde, nicht bloss, wie bisher an gemischten Nerven, sondern an rein sensoriellen Nerven, wie N. lingualis u. a. und zwar auf die Richtung des Stroms untersucht werden. Die gemischten Nerven, sensorielle und motorische Fäden enthaltend, werden, wenn entgegengesetzte Ströme darin stattfinden, nur insoweit einen Strom zeigen können, als das Gleichgewicht der beiden Ströme durch Ungleichheit der Zahl der Fäden gestört ist.

Lässt sich die erste Frage nicht sicher lösen, so lässt es sich noch weniger beweisen, dass centripetale und centrifugale Leiter einen continuirlichen Cirkel bilden, in welchem beständig das Nervenfluidum von den Centraltheilen nach den motorischen Nerven, von den peripherischen Enden der letzteren durch die sensibeln Nerven nach den Centraltheilen zurück stattfindet. Wohl könnte man sich das Leben beständig mit einer Circulation des Nervenfluidums verbunden denken; diese würde nur so unmerklich sein, dass davon das unmerkliche beständige Spiel der Muskelfibern in der scheinbaren Ruhe, und das Gleichgewicht, welches sich die verschiedenen Muskeln halten, und wiederum das undeutliche Gefühl aller Theile in einem gesunden Menschen herrühre. Diese Hypothese von der Circulation des Nervenfluidums oder seiner Schwingungen in den beiden Klassen der Leiter wird aber aus mehreren Gründen sehr unwahrscheinlich. Wir haben schon längst vor dieser Vorstellung in demselben Augenblick gewarnt, als wir sie als möglich berührten. Da sie unterdess von Carus mit Vorliebe aufgenommen ist *), so wollen wir nicht unterlassen, hier die Gründe zu verstärken, welche sie unwahrscheinlich machen.

Magendie hat vor einigen Jahren in seinen Vorlesungen über die Physiologie des Nervensystems Erfahrungen angezeigt, nach welchen die vorderen oder motorischen Nervenwurzeln zugleich empfindlich sein sollten. Diese Wirkung zeigte sich bei ihnen nicht in centripetaler Richtung wie bei den hinteren oder sensoriellen Wurzeln, sondern wenn sie durchschnitten worden, so sei das mit dem Rückenmark noch verbundene oder centrale Ende der motorischen Wurzel völlig unempfindlich, aber das peripherische Ende sei sehr empfindlich und zwar so lange, als die hintere sensorielle Wurzel desselben Nerven noch mit dem Rükkenmark in Verbindung stehe, sobald diese aber durchschnitten worden, so sei alle Empfindung in dem peripherischen Ende der

*) Und auch sonst hin und wieder, z. B. von dem schon angeführten Ungenannten, bewillkommt worden.

motorischen Wurzel verschwunden. Hieraus schloss man, dass bald nach der Vereinigung beider Wurzeln zu einem Nerven oder später Umbiegungsschlingen von Fäden aus einer Wurzel in die andere stattfinden müssen. Vergl. Kronenberg in Muell. *Archiv*. 1839. *p*. 360. Die Ungewissheit über diesen Punkt konnte diejenigen, welche sich der sichern Fortschritte auf diesem Felde erfreuten, einigermaassen beunruhigen, bis Longet erklärte, dass die Erfahrungen über die Empfindlichkeit der vordern Wurzeln in peripherischer Richtung, die ursprünglich zum Theil von ihm selbst, als Gehülfen Magendie's, ausgegangen waren, zufolge weiterer Verfolgung des Gegenstandes auf Täuschung beruhen.

Die Widerlegung eines centrifugal-centripetalen Nervenkreislaufs aus den vordern Wurzeln und zurück in die hintern Wurzeln der Spinalnerven würde auf dem Wege des Experimentes auf eben so grosse Schwierigkeiten stossen, als ein Versuch der positiven Begründung jener Hypothese, und die Wissenschaft wäre demzufolge vielleicht für lange auf die Untiefen der hypothetischen Vorstellungen, woran sie sonst so reich war, versetzt, wenn es glücklicherweise nicht einen andern ganz sichern Weg zur Entscheidung jener Frage gäbe. Diess sind die anatomischen Facta. —

Schon die einwurzeligen Sinnesnerven, der Olfactorius, Opticus, Acusticus, konnten Zweifel gegen die Richtigkeit jener Hypothese erregen, denn sie würden der Cirkulation entbehren, oder man müsste wieder annehmen, dass in ihnen neben Empfindungsfasern eben so viele andere mit centrifugalen Wirkungen enthalten seien, die nur deswegen keine Bewegungen hervorrufen, weil sie nicht in Muskeln endigen. Aber die Entscheidung der Sache kann begreiflicherweise nur auf dem Gebiete der doppeltwürzeligen Nerven geführt werden. Hierzu eignet sich der Trigeminus. Wenn die motorischen und sensoriellen Nervenfasern es sind, welche peripherisch in einander umbiegen, so müssen sich die Menge der eintretenden und die Menge der austretenden Wurzelfäden zwar entsprechen, oder es müssen, wenn diess nicht der Fall ist, wie beim Trigeminus, wo die sensorielle Wurzel ausserordentlich viel dicker ist, als die motorische Wurzel, die zu den sensoriellen Fäden fehlenden Wurzelfäden der anderen Art in anderen motorischen Nerven gesucht werden, welche sich mit dem Trigeminus auf seiner Bahn verbinden. Da sich die Aeste des Trigeminus im Gesicht so vielfach mit dem motorischen Facialis und an der Zunge der sensorielle Zungenast mit dem motorischen Hypoglossus verbinden, so scheint auf den ersten Blick auch wirklich für diese Compensation gesorgt zu sein. Aber die Analyse des zweiten und dritten Astes des Trigeminus widerlegt jene Hypothese von einem motorisch-sensoriellen Kreislauf als völlig unbegründet.

Der zweite Ast des Trigeminus geht bekanntlich einzig und allein aus der sensoriellen und knotigen Wurzel dieses Nerven hervor. Nun findet zwar schon eine Verbindung des zweiten Astes des Trigeminus und des Facialis durch den N. vidianus superficialis statt, sie ist aber so dünn, dass sie bei dieser Frage völ-

lig übersehen werden kann. Aus dem zweiten Aste entspringt der rein sensorielle Infraorbitalis. Dieser verbindet sich zwar bei seinem Austritte im Gesicht mit einigen Zweigen des Facialis, aber der Nervus infraorbitalis ist beim Pferde ein so ungeheurer Nerv, dass er den ganzen Facialis, aus dem nach der Voraussetzung seine centrifugalen Fasern abzuleiten wären, um mindestens das 6fache an Dicke übertrifft. Dieser Nerve enthält daher, da die primitiven Fasern beider Art an Dicke gleich sind, gegen $\frac{5}{6}$ Nervenfasern, die nicht schlingenförmig mit motorischen Fasern verbunden sind.

Man betrachte ferner die oberen Zahnnerven vom rein sensoriellen zweiten Ast des Trigeminus. Die Nervi dentales anteriores kommen vom N. infraorbitalis innerhalb dessen Kanal und ehe derselbe ins Gesicht tritt. Diese Nervi dent. sup. verbinden sich mit keinem einzigen Nerven und nur unter sich, nämlich der vordere mit dem hintern Zahnnerven, alle obern Zahnnerven bestehen daher aus rein sensoriellen, aus der knotigen Wurzel des Trigeminus stammenden Nervenfasern, welche durchaus keine motorischen Complemente besitzen.

Ganz ebenso ist es mit dem Nerv. nasalis aus dem rein sensoriellen zweiten Ast des Trigeminus.

Zum dritten Ast des Trigeminus concurriren seine beiden Wurzeln. Der Antheil des dritten Astes aus der knotigen Wurzel ist mindestens viermal so dick und enthält mindestens viermal so viel Primitivfasern als die motorische Wurzel. Die motorischen Complemente zur Schlingenbildung könnten nur gesucht werden in den Verbindungen des Zungenastes mit der Chorda tympani des Facialis und mit dem N. hypoglossus des Ramus alveolaris inferior durch den Mentalis mit dem Facialis, aber diese Verbindungen sind verhältnissmässig sehr dünn und repräsentiren nicht den zehnten Theil der dem dritten Ast des Trigeminus fehlenden Complemente an motorischen Fasern.

Die Fasern beider Wurzeln, welche in den Stamm des dritten Astes eingehen, mischen sich theilweise, die motorische geht aber allein in die Kaumuskelnerven über, die von einigen sensoriellen Bündeln begleitet werden. Die motorischen Fasern der Kaumuskelnerven haben aber keine hinreichenden sensoriellen Complemente zur Schlingenbildung. Die sensorielle Portion vom dritten Ast des Trigeminus nimmt hingegen so gut wie keine motorischen Fäden auf. Nun betrachte man den grossen untern Zahnnerven, der vom Foramen alveolare posterius an ein rein sensorieller Nerve ist und ganz aus der sensoriellen Wurzel abstammt. Von diesem Nerven bleibt der bei weitem grösste Theil im Unterkiefer und in den Zähnen, und erreicht sein Ende ohne motorische Complemente.

Ganz dieselbe Betrachtung lässt sich endlich auf den faktisch rein sensoriellen Ramus lingualis anwenden, an welchen sich nur ein verhältnissmässig ausserordentlich kleiner Antheil des Facialis als Chorda tympani anschliesst, und von dem auch ein kleiner Theil geflechtartig mit dem Hypoglossus Fäden austauscht.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass die Hypothese

von einem motorisch sensoriellen Nervenkreislauf von den motorischen Wurzeln aus und in die sensoriellen zurück aller auch der geringsten Wahrscheinlichkeit entbehrt, und dass vielmehr mit Sicherheit anzunehmen ist, dass die in den Muskeln und Häuten vorkommenden Endumbiegungsschlingen zwischen je 2 Fasern aus gleichartigen Complementen einer und derselben Wurzel zusammengesetzt sind, ein Satz, der für den weitern Fortbau der Nervenphysik wichtig ist.

V. Capitel. Von den Gesetzen der Wirkung und Leitung in dem Nervus sympathicus.

Unsere Kenntniss von der Mechanik des Nervus sympathicus ist noch sehr unvollkommen; kaum hat sich die Physiologie hier über die Aufstellung einiger Hypothesen erhoben, welche sich sämmtlich weder erweisen, noch entschieden widerlegen lassen. Der einzige Weg, hier ins Reine zu kommen, ist, die Thatsachen, welche wir von der Mechanik der Cerebrospinalnerven kennen, mit den Erscheinungen des N. sympathicus zu vergleichen und durch neue Beobachtungen zu untersuchen, in wie weit die Mechanik dieses Nerven von der der übrigen Nerven abweicht. Es fragt sich also: sind die Wirkungen der Fasern des N. sympathicus wie bei den Cerebrospinalnerven getrennt, oder können die einzelnen Fasern desselben durch ihre Wirkungen einander mittheilen, und ist vielleicht die Irradiation des motorischen Einflusses, und die Coincidenz der Empfindungen bei diesem Nerven das Normale? Sind die Ganglien Multiplikatoren des Nerveneinflusses und gleichsam kleine unabhängige Nervencentra, Radiationspunkte? Findet etwa in diesen Organen eine Reflexion des Nerveneinflusses in gewissen Richtungen statt? Sind die Ganglien die Ursachen, dass die Empfindungen undeutlich und vage werden, sind sie Organe der Irradiation oder der Vermischung der Empfindungen, oder sind sie Halbleiter, welche die Empfindungseindrücke in ihrer Wirkung auf das Gehirn und das Rückenmark hemmen, und den Einfluss des Willens auf die dem Nerv. sympathicus unterworfenen Theile abhalten? Oder sind die Ganglien des N. sympathicus vielleicht mehr dem organischen Einflusse des sympathischen Nerven bestimmt, kleine Nervencentra, von welchen der Nerveneinfluss für die Beherrschung der chemisch-organischen Vorgänge ausstrahlt? Findet in den organischen Nerven eine centripetale oder centrifugale, oder allseitige Wirkung von den gereizten Stellen aus statt? Alle diese Fragen lassen sich leider jetzt noch durchaus nicht bestimmt beantworten. Das einzige Sichere, was wir von den Wirkungen des N. sympathicus wissen, liegt zum Theil ausser der Beantwortung dieser Fragen, und namentlich können wir keine einzige der oben berührten Hypothesen von den Ganglien des N. sympathicus weder bestimmt widerlegen noch beweisen.

Der Grenzstrang des N. sympathicus ist ohnstreitig für das ganze System des N. sympathicus wichtig, insofern in diesem die

Wurzelfäden von Gehirn- und Rückenmarksnerven zur weitern Ausstrahlung gesammelt werden, indessen scheinen die einzelnen Verbindungsfäden zwischen den Knoten nicht absolut zur Thätigkeit des N. sympathicus nöthig zu sein; wenigstens hat sich in v. Pommer's Versuchen an Thieren gezeigt, dass der N. sympathicus zwischen dem ersten und zweiten Halsganglion auf beiden Seiten durchschnitten sein kann, ohne dass innerhalb 7—8 Wochen, wie lange die Thiere beobachtet wurden, irgend eine erhebliche Folge eingetreten wäre. v. Pommer, *Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Heilbronn.* 1831. Hieraus geht zugleich hervor, dass der Kopftheil des N. sympathicus von dem Brusttheil ohne Nachtheil für das Leben isolirt sein kann, indem der untere Halsknoten und der Brusttheil des N. sympathicus das ihnen von den Centraltheilen des Nervensystems zuströmende Nervenprincip mehr von den Spinalnerven, mit welchen sie in Verbindung stehen, als von den Cerebralnerven erhalten.

I. Von den Wirkungen des N. sympathicus bei den unwillkürlichen Bewegungen

I. Alle dem N. sympathicus unterworfenen Theile sind keiner willkürlichen Bewegung fähig. Das Herz, der Darmkanal, die Ausführungsgänge der Drüsen, der Uterus, die Samenbläschen liefern hierzu die Beispiele. Es scheint sogar auf den ersten Blick, dass, wenn ein Cerebrospinalnerve sich vielfach mit dem N. sympathicus verbindet, er seinen willkürlichen Einfluss verliert, wie diess z. B. von dem untern Theile des Nervus vagus angeführt werden könnte. Die Speiseröhre ist nur unwillkürlich beweglich, obgleich der Schlund willkürlich bewegt werden kann. Die Urinblase erhält zweierlei Nerven, Zweige von den Sacralnerven und vom Plexus hypogastricus. Diess stimmt mit ihren Lebenseigenschaften. Der Einfluss der Willkür auf dieses Organ ist sehr gering.

Auf der andern Seite sind alle Muskeln, welche von Cerebrospinalnerven allein versehen werden, auch der willkürlichen Bewegung fähig. Die kleinen Muskeln des Ohres können wenigstens von einzelnen Menschen, wie von mir, willkürlich bewegt werden. Der Musculus cremaster, ein Fortsatz des Musculus obliquus internus und transversus, kann auch von Einigen willkürlich bewegt werden, obgleich sehr Viele darauf keinen Einfluss haben.

II. Die von dem N. sympathicus versehenen Theile bewegen sich in schwächerem Grade noch fort, wenn sie aus ihren natürlichen Verbindungen mit dem übrigen sympathischen System und aus dem ganzen Organismus entfernt sind. Das Herz schlägt, aus dem Organismus entfernt, noch lange Zeit fort, bei Amphibien stundenlang; der Darmkanal setzt ausgeschnitten seine peristaltischen Bewegungen fort. Man sah den ausgeschnittenen Eierleiter einer Schildkröte seinen Inhalt noch austreiben.

III. Daher haben alle vom N. sympathicus versehenen beweglichen Theile eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirn und Rük-

kenmark. Wie weit diese geht, ist schon im I. Buch p. 156. untersucht worden. Als Hauptresultat können wir hier erwähnen, dass nicht allein das Herz nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes noch lange schwach schlägt, sondern dass es auch constatirte Fälle von Embryonen giebt, bei welchen sowohl das Gehirn als das Rückenmark während des Lebens im Ei langsam zerstört worden sind. Siehe Eschricht *über Gesichtsverdoppelung mit Mangel von Gehirn und Rückenmark.* Mueller's *Archiv.* 1834. *p.* 268. Vergl. oben p. 160.

IV. Gleichwohl sind die Centralorgane des Nervensystems eines aktiven Einflusses auf die sympathischen Nerven, und ihre motorische Kraft fähig. Aus den Versuchen von Wilson und anderen, welche p. 160. angeführt sind, ergiebt sich, dass die Bewegungen der vom N. sympathicus versehenen Theile zwar nach plötzlicher Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes nicht sogleich aufhören, dass man aber doch bei unversehrtem Gehirn und Rückenmark durch Verletzung und Reizung derselben auf die Art und Schnelligkeit des Herzschlages einwirken kann. Viel augenscheinlicher ist die Wirkung der Leidenschaften.

V. Nach den Versuchen von Philip *haben auch nicht einzelne Theile des Gehirns und Rückenmarkes allein auf einzelne Theile des sympathischen Systems und der von ihm abhängigen Bewegungen, wie des Herzens, Einfluss, sondern das Gehirn und das ganze Rückenmark oder jede Strecke desselben können die Bewegungen des Herzens verändern.* Die Reizung gewisser Theile des Rückenmarkes bedingt zunächst nur die Bewegungen gewisser willkürlicher Muskeln, welche gerade dorther ihre Nerven erhalten; bei den unwillkührlichen Bewegungen scheint aber jeder Theil des Rückenmarkes auf den Gangliennerven wirken zu können. Die Erklärung dieses Unterschiedes, der übrigens noch nicht hinlänglich festgestellt ist, könnte eine doppelte sein. Man kann nämlich entweder das Rückenmark oder den Ganglienerven selbst als Ursache der Irradiation ansehen. Im ersten Falle bleiben die Fasern des Ganglienerven, welche zum Herzen gelangen, ohne Wechselwirkung mit den Nervenfasern anderer Theile und die Verbreitung der Irradiation findet im Rückenmark selbst statt, so dass von da aus die Nervenfasern verschiedener Theile in Mitaffektionen gezetzt werden. Im zweiten Falle werden die Ganglien als Ursache der Wechselwirkung angesehen. Wir müssen uns gestehen, dass wir über diese wichtigen Fragen noch gar keine sicheren direkten Versuche haben.

Ich galvanisirte den N. splanchnicus eines Kaninchens, den ich durchschnitten, an dem peripherischen Ende, welches ich auf einer Glasplatte isolirt hatte, mit einer Säule von 65 Plattenpaaren. Hierbei entstanden vermehrte peristaltische Bewegungen des Darms, woraus sich schliessen liesse, dass dieser Nerve auf den ganzen Darmkanal und nicht auf einen einzelnen Theil desselben influirt. Derselbe Erfolg trat ein, als ich bei Kaninchen, deren Darmkanal blossgelegt war, und bei denen die peristaltischen Bewegungen des Darms, die sich anfangs an der Luft verstärken, schon sehr matt geworden waren, das Ganglion coeliacum mit

Kali causticum betupfte. Die Bewegung des Darms wurde sogleich sehr lebhaft.

VI. Die Zusammenziehungen der Organe, welche von dem N. sympathicus abhängen, sind auf die Reizung ihrer selbst oder ihrer Nerven keine vorübergehende und momentane Zusammenziehungen, sondern entweder länger dauernde Contractionen, oder länger dauernde Modificationen der gewöhnlichen rhythmischen Zusammenziehungen, daher die Reaction gegen den Reiz hier entschieden länger dauert, als die kurze Einwirkung des Reizes selbst. Die Bewegung des Nervenprincips ist also im N. sympathicus langsamer und messbar. Reizt man den Darm bei einem geöffneten Thiere an einer Stelle chemisch, mechanisch, galvanisch, so tritt die Zusammenziehung ganz allmälig ein, und oft in ihrer ganzen Stärke, wenn die Ursache längst zu wirken aufgehört hat. Bei dem Herzen geschieht dasselbe, was am Darm auf andere Art: statt einer anhaltenden, nicht periodischen Zusammenziehung bewirkt ein vorübergehender Reiz eine anhaltende Reihe periodischer Schläge. Das Herz ist gegen mechanischen, wie galvanischen Reiz reizbar. A. v. Humboldt und auch ich haben am Herzen der Frösche auf den galvanischen Reiz Zuckung eintreten gesehen, dagegen wirkt der Galvanismus nicht immer augenblicklich auf Zusammenziehung des Herzens, sondern verändert oft nur die Zahl der folgenden Schläge im Allgemeinen. Auch der mechanische Reiz bewirkt an einem langsam schlagenden Herzen nicht immer sogleich eine Zusammenziehung, sondern oft erst nach einigen Sekunden; er wirkt aber offenbar, wie man sieht, wenn das ausgeschnittene Herz eines Frosches lange nicht geschlagen hat. Es ist also hier derselbe Fall, wie im Darmkanal, die Zusammenziehung beginnt oft erst einige Zeit nach der Reizung und dauert länger als die Reizung. Was aber das Herz auszeichnet, ist, dass ein vorübergehender Reiz nicht eine anhaltende Zusammenziehung des Herzens wie des Darmes hervorbringt, sondern die ganze Reihe der folgenden Pulsationen verändert. Wenn das Herz eines Thieres lange Zeit alle 4—5 Sekunden geschlagen hat, so schlägt es nach Anwendung eines vorübergehenden Reizes lange Zeit nach einer andern Periode, z. B. alle Sekunden oder alle zwei Sekunden, und wenn es ganz zu schlagen aufgehört hat, so bewirkt ein vorübergehender Reiz, dass es nicht Ein Mal, sondern viele Mal in einer gewissen Periode sich zusammenzieht. Es ist also hier durchaus wie bei anderen muskulösen Theilen, die vom Ganglienneren abhängig sind, z. B. dem Darm, mit dem Unterschied, dass die anhaltende Reaktion auf vorübergehende Reize beim Darm, Ductus choledochus, Sphincter vesicae sich nicht in periodische Zuckungen theilt, sondern zusammenhängend ist, beim Herzen dagegen sich auf periodische Zuckungen vertheilt, und darin die Perioden verändert. Dasselbe hat statt, wenn man die Reize nicht auf die Muskeln selbst, sondern auf den N. sympathicus anwendet. Als man bei einem geöffneten Thiere, nachdem die Pulsationen des Herzens langsamer geworden, den N. cardiacus magnus galvanisirte, so wurden die Pulsationen schneller, aber dieser neue Typus der Pulsationen dauerte

über die Reizung fort. Diess haben A. v. HUMBOLDT und BURDACH beobachtet. Als ich den N. splanchnicus in dem erwähnten Versuche beim Kaninchen reizte, dauerte die schnelle und stärkere Bewegung aller Gedärme sehr lange Zeit fort, nachdem die Reizung nur vorübergehend war.

VII. *Die letzte Ursache der unwillkürlichen Bewegungen und die Ursache ihres Typus liegt weder in dem Gehirn noch Rückenmark, sondern in dem N. sympathicus selbst; aber diese Bewegungen behalten ihren Charakter, auch ohne den Einfluss der Ganglien, selbst wenn der N. sympathicus an einem Organe bis auf die in dem Organe selbst sich verbreitenden Zweige entfernt ist, deren Wechselwirkung mit den Muskelfasern allein zur Unterhaltung jener Bewegungen hinzureichen scheint.* Bekanntlich zieht sich das Herz eines Thieres auch ausgeschnitten und blutleer immer noch rhythmisch zusammen; diese Bewegungen dauern am ausgeschnittenen Froschherzen noch stundenlang; woraus allein hervorgeht, dass die Ursache dieses Rhythmus nicht in dem abwechselnden Ein- und Ausströmen des Blutes gelegen sein kann, sondern dass sie in dem Organe selbst liegt. Da nun in allen anderen beweglichen Theilen die Bewegung des Muskels immer von der Innervation desselben abhängt, so folgt, dass die letzte Ursache des Rhythmus, der rhythmischen Bewegungen der Herzkammern und Vorhöfe, und der abwechselnden peristaltischen Bewegungen der Gedärme, von der Wechselwirkung der sympathischen Nerven und der muskulösen Theile, und von einer periodisch wirkenden Ausströmung des Nervenprincips in dem N. sympathicus abhängt. Man könnte sich auch die Wirkung der Nerven hierbei perennirend, die Reaktion der Muskeln aber periodisch vorstellen, insofern die Reizbarkeit der Muskeln für den Strom des Nervenprincips durch ihre Zusammenziehung verändert würde; allein diese Erklärung würde gewiss unrichtig sein; denn man sieht nicht ein, warum das Herz seine Empfänglichkeit für einen perennirenden Strom des Nervenprincips jeden Augenblick verlieren und wieder gewinnen soll, da doch die willkürlichen Muskeln diese Reizbarkeit bei einer sehr lange dauerden Bewegung so lange für den continuirlichen Strom behalten.

Daraus, dass abgeschnittene, unwillkürlich bewegliche Theile, wie Herz, Darmkanal, den Typus ihrer rhythmischen oder peristaltischen Bewegung fortsetzen, sieht man deutlich, dass dieser Typus vom Gehirn und Rückenmark unabhängig ist, und wir haben so eben bewiesen, dass er in dem N. sympathicus selbst liegt. Nun liegt uns ob, den zweiten Theil des oben aufgestellten Satzes zu beweisen, dass die Stammtheile des N. sympathicus und ihre Ganglien zur Erhaltung dieses Typus auch nicht nöthig sind, sondern dass auch die letzten Verzweigungen des N. sympathicus noch die Fähigkeit haben, diesen Typus der unwillkürlichen Bewegungen zu reguliren. Es ist gar nicht nöthig, dass die Stämme der N. cardiaci zur Unterhaltung der Bewegungen des Herzens vorhanden seien; das Herz des Frosches schlägt noch periodisch fort, selbst wenn man die ganze Basis, die Vorhöfe bis auf die Kammer abgeschnitten hat. Eben so dauern die

peristaltischen Bewegungen des Darmkanals nicht allein fort, wenn man den Darm mit sammt dem Mesenterium und dem gangliösen Nervenplexus von dem Rumpfe trennt, sondern auch, wenn man den Darm selbst von diesem Plexus isolirt, indem man ihn dicht an der Insertion des Mesenteriums abschneidet. In diesem Falle sind nur die peripherischen inneren Verzweigungen des N. sympathicus an dem Herzen und Darm noch übrig, und dennoch bewegen sich diese Organe mit ihrem gewöhnlichen Typus geraume Zeit fort. Die Ursache dieser Erscheinungen hängt ohne Zweifel von den peripherischen kleinen Ganglien ab, welche von Remak an den in der Substanz des Herzens sich verbreitenden Nervenzweigen entdeckt sind. Siehe Band II. dieses Werkes p. 503 Nachträge, und die Abbildungen dieser Ganglien im *Archiv für Anatom. und Physiol.* 1844. *Taf. XII.* Vergl. Bidder ebend. 359. Volkmann ebend. 419.

VIII. So gewiss indess nach diesen Beobachtungen die äussersten und kleinsten Theile des N. sympathicus die Bewegungen der unwillkürlichen Theile noch reguliren können, so haben doch sowohl das Gehirn und Rückenmark, als die Ganglien selbst im gereizten Zustande den grössten Einfluss auf den Modus dieser Bewegungen, so lange die Organe noch durch Nervenverbindung mit jenen zusammenhängen. Gehirn und Rückenmark sind aber als die letzten Quellen auch der Thätigkeit des N. sympathicus anzusehen, wenn diese sich nicht erschöpfen soll. Denn bekanntlich verändert sich der Herzschlag bei jeder Leidenschaft, und die Bewegungen des Darmkanals werden bei Irritation des Rückenmarks ebenfalls verändert; auch sind die Centralorgane des Nervensystems für die unwillkürlich beweglichen Theile als für die Dauer nothwendige Quellen des Nervenprincips anzusehen, indem bei Lähmungen des Rückenmarkes auch die Beweglichkeit des Darmkanals abnimmt, und Trägheit desselben eintritt. Aber auch die Reizung der Ganglien selbst wirkt auf alle von ihnen aus zu den unwillkürlich beweglichen Theilen hingehenden Nerven, wie folgende Versuche beweisen. Ich habe schon oben erwähnt, dass ich durch Galvanisiren des durchschnittenen N. splanchnicus eines Kaninchens an dem zum Ganglion coeliacum gehenden Stück, welches auf einer Glasplatte lag, vermehrte Bewegung des ganzen Darmkanals hervorbrachte. Diesem Versuch könnte man den Vorwurf machen, dass das galvanische Fluidum von 65 Plattenpaaren viel zu stark war, und dass er deswegen durch die thierischen Theile als durch blosse nasse Leiter bis auf den Darm selbst überspringen konnte, so dass man nicht viel mehr gethan, als wenn man den Darm selbst galvanisirt hätte. Indessen habe ich andere Versuche angestellt, welche ganz entscheidende Resultate gaben. Ich legte bei einem Kaninchen den ganzen Darmkanal bloss, und zu gleicher Zeit das Ganglion coeliacum. Sobald der Darmkanal eines Thieres der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, werden seine Bewegungen sehr lebhaft; diess dauert eine ganze Zeit, allmälig nehmen sie wieder ab, bis sie ganz schwach werden. Diesen Moment wartete ich ab. Ich betupfte dann das Ganglion coeliacum mit einem Stückchen Kali causti-

cum, worauf sogleich die peristaltischen Bewegungen des Darmkanals wieder lebhaft wurden. Dieser Versuch gab mir bei Wiederholung dasselbe ganz unzweideutige Resultat. Also sind die Ganglien fähig, im Zustande der Reizung das Nervenprincip bis zu den feinsten Verbreitungen des N. sympathicus in beweglichen Theilen in Thätigkeit zu setzen; obgleich die Thätigkeit dieser Theile im Allgemeinen fortdauert, wenn die Ganglien entfernt sind.

IX. Aus den bisherigen Thatsachen geht hervor, dass der N. sympathicus durch die Centraltheile des Nervensystems, Gehirn und Rückenmark, als Quellen des Nervenprincips gleichsam geladen werden kann, dass er aber, einmal geladen, seine Ladung mit dem Nervenprincip behält, und fortfährt, dasselbe nach seiner gewöhnlichen Thätigkeit auszuströmen, auch wenn die fernere Ladung vermindert würde, und erst von einer gewissen Zeit an sich kräftiger erneuerte, woraus ein Theil der Phänomene des Schlafs erklärlich wird. Während das Sensorium commune im Schlafe grossentheils unthätig wird, fährt die Bewegung des Herzens, Darmkanals wenig oder gar nicht verändert fort. Denn die von dem N. sympathicus abhängigen Theile sind von einer theilweisen und vorübergehenden Ruhe des Sensoriums nicht abhängig, so lange sie noch gleichsam mit Nervenprincip geladen sind. Im Gegentheil scheint sich die Ausstrahlung des Nervenprincips von den Centraltheilen her dem sympathischen Theile des Nervensystems um so mehr zuzuwenden, als die Verwendung desselben für die Thätigkeit der Sinne und der Seelenoperationen während des Schlafes aufhört. Auch in der Ohnmacht wird zwar die Thätigkeit des Herzens geschwächt, aber sie erhält sich in viel höherem Grade, als die aller von Cerebrospinalnerven versehenen Theile. Hier zeigt sich also Etwas, was sich noch an dem ausgeschnittenen Herzen und Darm, nur geringer, eine Zeit lang offenbart. Verliert aber das Gehirn und Rückenmark zu sehr die Fähigkeit, Quelle des Nervenprincips zu sein, ist keine Erholung in grösseren Zwischenräumen mehr möglich, so kommt auch das sympathische System in den Fall, in welchen das System der Cerebrospinalnerven täglich einmal, nämlich im Schlafe, verfällt; dann entsteht eine Erschöpfung, welche gleichsam nicht durch fernere Ladung mehr ausgeglichen werden kann; so entsteht jener, den Tod verkündende, häufige, schwache, kaum fühlbare Puls, am Ende der akuten Krankheiten. Vergl. Wilson Philip *Philos. transact.* 1833. 1. Mueller's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1834. 137.

X. *Die örtliche Applikation der Narcotica auf den N. sympathicus wirkt nicht narkotisirend in die Ferne auf die unwillkürlich beweglichen Organe; aber die letzteren können durch die Narkotisation der feinsten, in ihnen selbst sich verbreitenden Fasern des N. sympathicus paralysirt werden.* Diess Verhältniss ist ganz wie bei den übrigen oder Cerebrospinalnerven, indem die örtliche Application eines Narcoticums hier gerade so weit, und nicht weiter wirkt, als es den Nerven berührt, wo es die Reizbarkeit desselben aufhebt. Indessen zeigt sich doch hier, und zwar bei dem Herzen, noch ein ganz merkwürdiges und bis jetzt nicht erklär-

liches Verhältniss zwichen der äussern und innern Oberfläche des Organes. Applicirt man nämlich ein Narcoticum, wie Opium purum oder Extractum nucis vomicae, auf die äussere Oberfläche des Herzens, so scheint diess sehr wenig oder gar nicht, wenigstens erst sehr allmälig zu wirken; die rhythmischen Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens dauern darauf sehr lange fort; bringt man aber ein wenig Opium oder Extractum nucis vomicae mit der innern Wand der Herzkammer in Berührung, so steht das Herz sogleich für immer still, öfter schon nach einigen Sekunden. Diess ist eine von Henry (*Edinb. med. and surg. Journal.* 1832.) entdeckte Thatsaehe, welche ich öfter am Froschherzen bestätigt habe. Diese Thatsache ist auch ein neuer Beweis, dass die Bewegungskraft der Muskeln von ihrer Wechselwirkung mit den Nerven abhängt, und ihnen ohne die Nerven nicht eigen ist. Wir haben hier den Fall, dass wir die Muskelkraft der oberflächlichen Schichten des Herzens durch Narcotica nicht leicht paralysiren können, während wir durch Applikation des Giftes von innen mit den inneren Muskelschichten auch die äusseren tödten; eine Wechselwirkung, welche nicht von den Muskelfasern selbst, sondern von den Nervenfasern ableitbar ist. Diese schnelle Wirkung des narkotischen Giftes ist auch nicht davon erklärbar, dass das Gift von innen schnell durch die Wände des Herzens durchdringe. Denn wenn man die Vorhöfe des Froschherzens ganz abgeschnitten, wie ich that, und nun in die offene Kammer ein wenig Gift bringt, so muss dasselbe bei der nächsten Zusammenziehung eher ausgetrieben werden als tiefer eindringen, was ohnehin nicht durch Gefässe geschehen kann. Uebrigens erklärt jene merkwürdige Beobachtung wohl auch die Schnelligkeit der narkotischen Vergiftung, wenn ein Gift einmal mit dem Blute bis zum Herzen gekommen ist.

XI. Die Gesetze der Reflexion, welche im III. Capitel von den Cerebrospinalnerven aufgestellt wurden, gelten auch von den sympathischen Nerven, d. h. heftige Empfindungseindrücke in den, vom N. sympathicus versehenen Theilen können, auf das Rückenmark verpflanzt, Bewegungen in den von Cerebrospinalnerven versehenen Theilen hervorbringen. So entstehen die Zuckungen bei Reizungen im Darmkanal der Kinder, indem die Reizung von dem N. sympathicus auf das Rückenmark, und von diesem auf die Cerebrospinalnerven reflektirt wird. Es gehören ebenfalls hierher die das Erbrechen begleitenden Krämpfe der Athemmuskeln, sofern das Erbrechen von Reizen im Darmkanal, in den Nieren, im Uterus u. s. w. erregt wird. Dieselbe Entstehung haben alle krampfhaften Zufälle, welche ihre Ursache in örtlichen Fehlern der Organe des Unterleibes haben. Es lässt sich aber auch diese Reflexion durch Versuche erweisen. Ich habe nämlich beim Kaninchen schon mehrmals beobachtet, dass man durch Zerrung des mit der Pincette aufgehobenen N. splanchnicus mit der Nadel, reflektirte Zuckungen der Bauchmuskeln derselben Seite bewirken kann. Ein Versuch, der mir wiederholt beim Kaninchen, nicht aber beim Hunde gelang. Volkmann beobachtete an ge-

köpften Fröschen ausgebreitete Reflexbewegungen am Rumpfe, nach Reizung der Eingeweide.

XII. Die Reflexion von Empfindungseindrücken in den vom N. sympathicus versehenen Theilen auf Rückenmark und Gehirn, und von dort auf die motorische Thätigkeit des N. sympathicus, findet auch statt, allein in einem geringeren Grade, als bei den Cerebrospinalnerven. Ein Beispiel davon ist der Harndrang, die Nothwendigkeit, öfter Harn zu lassen, oder die Zusammenziehungen der Harnblase von scharfen Eigenschaften des Harns; denn hier wirkt die Schärfe nicht auf die Muskelfasern der Harnblase, sondern zunächst nur auf die Empfindungsnerven der Schleimhaut. Es gehört ferner hierher die Veränderung der Weite der Pupille bei verschiedenen Krankheitszuständen des Darmkanals, die Veränderung des Herzschlages bei Frankheiten der Unterleibsorgane. Man hat alle diese Phänomene auch aus einer sympathischen Wirkung des N. sympathicus selbst, ohne Antheil des Gehirns und Rückenmarks erklärt; da jedoch alle ähnlichen Erscheinungen an dem Cerebrospinal-Nervensystem zur Vermittelung der sensoriellen und reflektirten motorischen Wirkung die Centralorgane, Gehirn und Rückenmark, nöthig haben, so ist es vor der Hand wahrscheinlicher, dass das Gehirn und Rückenmark auch bei den Reflexionserscheinungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen die Vermittelung zwischen der sensoriellen-centripetalen und motorischen-centrifugalen Wirkung bilden. Vergleicht man die Reflexionserscheinungen in den Cerebrospinalnerven mit denen, bei welchen die ursprüngliche und reflektirte Erregung in den vom N. sympathicus versehenen Theilen stattfindet, so zeigt sich, dass sie in den ersteren viel lebhafter und leichter eintreten, als in den letzteren. Denn wie häufig, schnell und leicht sind diese Erfolge beim Husten, Niesen, Erbrechen u. s. w., wie gross die Zahl der hierher gehörigen, oben erläuterten Erscheinungen gegen die Reflexionserscheinungen im N. sympathicus. Auch der Umstand, dass Darmentzündungen nicht so leicht und stark, als Entzündungen anderer mit Cerebrospinalnerven versehener Theile den Puls, d. h. den Herzschlag, verändern, scheint dafür zu sprechen, dass die Reflexion vom sympathischen Nerven zum Rückenmark, und wieder zum sympathischen Nerven schwerer ist, als die ähnliche Reflexion beim Cerebrospinal-Nervensystem, oder die erstere Thatsache wird durch die letztere erläutert. Versuche über diesen Gegenstand lassen sich schwer anstellen, und diejenigen, welche ich angestellt habe, zeigen wenigstens keine besondere Neigung der vom N. sympathicus versehenen Theile zur sensoriell motorischen Reflexion im N. sympathicus selbst. Ich legte den Darmkanal eines lebenden Kaninchens bloss, und erregte, indem ich um eine Stelle des Dünndarms eine feste Ligatur anlegte, eine heftige sensorielle Erregung, worauf ich den Darm wieder in die Unterleibshöhle zurückbrachte. Ich wollte nun sehen, ob diess Ursache würde, dass durch Reflexion vom Rückenmark nach der Umgegend jener Stelle hin, eine enge Zusammenziehung des Darms zu beiden Seiten der Ligatur bis in einige Entfernung

hin erfolge. Diess geschah aber nicht, auch nicht, als ich diesen Versuch wiederholte. Volkmann's Versuche zeigen aber, dass, wenn ein geköpfter Frosch sich in der allgemeinen Disposition zur Reflexion befindet, auch in der genannten Weise eine Reaction eintritt. Reizung des Darmkanals durch Kneipen bewirkte in diesem Falle Zusammenziehung des Darms nicht bloss an der gereizten Stelle, sondern die Contraction verbreitete sich von der gereizten Stelle aus weiter, bald aufwärts, bald abwärts am Darm, über eine mehr oder weniger lange Strecke. Ist das Rückenmark zerstört, so erregt Kneipen der Därme allerdings nur lokale Zusammenziehungen.

XIII. Auch die Reflexion von Wirkungen, die von den Cerebrospinalnerven ausgehen, auf das Rückenmark verpflanzt, von dort auf das sympathische Nervensystem reflectirt werden, ist eine ziemlich häufige Erscheinung. Als Beispiele solcher Wirkungen kann man hier anführen, die bei heftigen wollüstigen oder schmerzhaften Empfindungen der Haut entstehende Veränderung des Herzschlages; die Bewegung der Iris von Empfindungseindrücken durch den Sehnerven, Gehörnerven, N. trigeminus, wovon das Nähere oben angeführt worden; die Zusammenziehung der Samenbläschen von Reizung der Gefühlsnerven der Ruthe.

Bei einer Seeschildkröte, deren Lymphherzen bloss gelegt waren, deren Eingeweide ausgenommen und deren Rumpf der Quere nach in zwei Theile getheilt worden war, konnte ich eine augenblickliche Zusammenziehung des schon lange ruhigen Lymphherzens einer Seite hervorbringen, wenn ich den Hinterfuss derselben Seite drückte, oder mit einem scharfen Instrument ritzte.

XIV. Es entsteht nun die Frage: *Ob in dem N. sympathicus, vermöge der Ganglien, nicht auch unabhängig vom Gehirn und Rückenmark Reflexionserscheinungen möglich sind.* Diese interessante Frage lässt sich jetzt noch nicht bestimmt beantworten. Wäre diese Art von Reflexion möglich, so würden die sympathischen Nerven von den Cerebrospinalnerven eine merkwürdige Ausnahme machen, und durch die gangliöse Natur jener Nerven wäre eine Wechselwirkung der sensoriellen und motorischen Fasern möglich, die bei den Cerebrospinalnerven ohne Vermittelung des Gehirns und Rückenmarks niemals stattfindet. Wir kennen bis jetzt keine sichern Thatsachen, welche diese Art der Reflexion beweisen, dagegen muss man allerdings annehmen, dass die Reizung der motorischen Nerven selbst in den vom Gangliennerven versehenen Theilen sich in einer Weise ausbreiten könne, wie sie in den animalischen Muskeln gar nicht stattfindet, wie wir wenigstens vom Herzen schon in der vorigen Auflage dieses Werkes bewiesen haben.

Bei den von Cerebrospinalnerven versehenen Muskeln eines vom Rumpfe getrennten Gliedes, zuckt von dem gereizten Muskel jedesmal nur der eben gereizte Theil desselben, und nicht der ganze Muskel und nicht eine Muskelfaser in ihrer ganzen Länge.

Beim Herzen ist die Sache anders und es scheint, als wenn am ausgeschnittenen Herzen die Reizung einer einzigen Stelle sich auf das ganze Herz verbreiten könnte. Wenn man das Herz eines

Frosches ausschneidet und auf dem Tische so lange liegen lässt, bis sich die Häufigkeit der Schläge sehr vermindert hat, und nur von Zeit zu Zeit eine Zusammenziehung eintritt, ist der Zeitpunkt gekommen, wo man Untersuchungen über die Reizbarkeit des Herzens anstellen kann. Reizt man dann das Herz mechanisch mit einer Nadel, so erregt man eine Zusammenziehung, die man nun nicht mehr mit den zum gewöhnlichen Rhythmus gehörenden Zusammenziehungen verwechselt. Es ist nun sehr merkwürdig, dass, wo man auch den mechanischen Reiz auf das Herz anbringe, die Reaktion doch immer so ist, als ob man das ganze Herz gereizt hätte. Es erfolgt nämlich nicht eine Zuckung der gereizten Stelle des Herzens, sondern des ganzen Herzens. Es scheint daraus hervorzugehen, dass sich im Herzen die örtliche Veränderung der Reizbarkeit durch den Reiz mit dem Zustande der Reizbarkeit des ganzen Herzens ins Gleichgewicht setzt, so dass man von jedem Punkte des Herzens gleichsam die Statik in der Vertheilung der Kräfte des Herzens verändern kann. Wie man diese Erscheinung zu betrachten habe, ist noch nicht ganz klar. Vielleicht findet zwischen den Ganglien der Herzsubstanz eine gegenseitige Mittheilung statt. Vergl. Volkmann im *Archiv f. A. u. Ph.* 1844. 419.

Der vom Mesenterium abgeschnittene Darm ist zu diesen Erscheinungen wenig oder gar nicht geneigt. Wenn ich ihn an einer Stelle reizte, so entstand eine ganz beschränkte Einziehung der Darmwand an jenem Punkte, während die entgegengesetzte Stelle der Darmwand ganz platt und ruhig blieb. Dasselbe sieht man am Uterus der Kaninchen. Volkmann hat diese Versuche an Fröschen wiederholt und dasselbe Resultat erhalten. Daher spricht er den Ganglien die Fähigkeit zur Vermittelung der Reflexionserscheinungen ebenfalls ab. Er stützt sich besonders auf die an geköpften Fröschen, die in der Disposition zur Reflexion waren, angestellten Versuche. War das Rückenmark noch vorhanden, so bewirkte das Kneipen des Darms an einer Stelle ausgebreitete Zusammenziehungen des Darms, war hingegen das Rückenmark zerstört, so war die Reaktion auf die Stelle der Reizung beschränkt. Nach Henle soll jedoch eine leisere Reizung des abgeschnittenen Darms, z. B. durch eine Feder, eine allgemeine Zusammenziehung bewirken.

XV. *Es ist noch ganz unbekannt, ob der N. sympathicus sympathische Bewegungen von der Reizung eines Organes aus in einem andern hervorrufen kann;* weil sich nämlich alle hieher gehörigen Erscheinungen auch durch die Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes, oder durch das im 3. Capitel erläuterte Phänomen der Reflexion erklären lassen.

XVI. Es ist nicht erwiesen, und mehrere Beobachtungen sprechen dagegen, dass die Ganglien als Isolatoren im Stande sind, den vom Gehirn und Rückenmark ausgehenden motorischen Einfluss zu hemmen. Ich bemerke, dass hier nicht von willkürlichem, sondern von motorischem Einfluss im Allgemeinen die Rede ist. Jeder weiss, wie leicht und schnell eine Veränderung in den Centralorganen des Nervensystsms auf das ganze sympathische System

wirkt, wie schnell eine leidenschaftliche Aufregung den Schlag des Herzens umändert, Bewegungen des Darmkanals mit Kollern hervorruft; wie ein Nervenanfall, bei dem die Centralorgane des Nervensystems afficirt waren, mit Kollern im Darmkanal endigt. Wir werden später sehen, dass die Ganglien auch keine Isolatoren für retrograde oder centripetale Wirkungen im N. sympathicus sind. Nur diess zeigt sich überall, dass der motorische Einfluss der Centralorgane des Nervensystems auf den sympathischen Nerven wirkend, nicht jene schnellen, der Dauer des Reizes entsprechenden Zuckungen hervorbringen kann, wie bei den Wirkungen auf die Cerebrospinalnerven, sondern, dass durch den motorischen Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes mehr nur der Zustand, der Modus einer anhaltenden Reihe von Bewegungen verändert wird. Indessen besitzen doch nicht bloss die Ganglien, sondern der ganze N. sympathicus, auch die feineren Nervenzweige desselben die Fähigkeit, schnelle Einwirkungen auf die dem N. sympathicus unterworfenen Theile so zu modificiren, dass nicht Zuckungen, sondern länger dauernde Veränderungen des Modus der Bewegung eintreten, wie oben bewiesen worden. Denn an dem abgeschnittenen ermatteten Herzen kann man durch einen momentanen Reiz auf eine geraume Zeit die Art des Herzschlages verändern, und der abgeschnittene Darm zieht sich auf angebrachten Reiz viel länger, als dieser dauert, zusammen, und erreicht den höchsten Grad der Contraction erst lange nachdem ein momentan wirkender Reiz aufgehört hat.

Die doppelte Eigenschaft der Gangliennerven von den Centraltheilen im Allgemeinen Einflüsse aufzunehmen, selbst aber unabhängige Regulatoren der Bewegung zu sein, erklärt sich durch die Bemerkung, dass die Ganglien, von welchen der Rhythmus der Bewegung abhängt, keine einfachen Leiter, sondern selbst Motoren sind.

XVII. Es ist nicht entschieden, dass die Hemmung des Willeneinflusses auf die vom N. sympathicus versehenen Theile, von der Natur der Ganglien abhängt. Denn da sie, wie vorher bewiesen wurde, den motorischen Einfluss auf das sympathische System nicht isoliren, sondern das ganze sympathische System (nicht bloss die Ganglien) diesen Einfluss allmäliger und dauernder wirkend macht, so könnte ein vom Willen ausgehender motorischer Einfluss der Centralorgane auf den N. sympathicus so gut, wie aller motorischer Einfluss kein absolutes Hinderniss in den Ganglien des N. sympathicus finden. Es scheint daher, dass die Unfähigkeit zu willkürlichen Bewegungen in allen vom N. sympathicus versehenen Theilen nicht von dem N. sympathicus und den Ganglien abhängt, sondern dadurch bedingt ist, dass die Fasern des N. sympathicus im Rückenmark und Gehirn nicht, wie die Fasern anderer Nerven, bis zu der Quelle des Willeneinflusses gelangen.

XVIII. In gewissen, von dem N. sympathicus und den Spinalnerven zugleich abhängigen Theilen scheint ein willkürlicher Einfluss erst nach einer lange dauernden centripetalen oder sensoriellen Einwirkung stattzufinden. So ist es mit der Harnblase; sie ist von

rein sympathischen Zweigen des Plexus hypogastricus und von nicht sympathischen Nerven, nämlich Zweigen der Sacralnerven versehen. Sie scheint in der Regel dem Einfluss des Willens ganz entzogen zu sein; und doch können wir bei voller Urinblase durch eine blosse intendirte Zusammenziehung der Harnblase, ohne die Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, den Harn austreiben. Auch E. H. Weber (*Anatomie* 3. *p.* 354) nimmt einigen Einfluss des Willens auf die Urinblase an. Wenn diess nun so sich verhält, so tritt jene Fähigkeit doch erst nach einer langen Ansammlung des Urins in der Harnblase ein; also nachdem diese Flüssigkeit einen dauernden Empfindungseindruck auf die Empfindungsnerven der Blase, und so auf das Rückenmark gemacht hat.

XIX. Manche dem N. sympathicus unterworfene Theile sind zwar nur unwillkürlich beweglich, gerathen aber in Mitbewegung (*p.* 587), *wenn willkürlich bewegliche Theile bewegt werden, so dass von dem willkürlich motorischen Einfluss etwas auf sie gegen den Willen überspringt, gerade so, wie wenn dem Willen unterworfene Theile gegen unsern Willen mit andern mitbewegt werden.* Ein Beispiel dieser Art liefert die Iris. Von diesem Theile ist es schwer zu sagen, ob er wirklich zu den von dem N. sympathicus oder von den Cerebralnerven abhängigen Theilen gehöre. Seine Bewegung ist unwillkürlich, gleicht aber doch den Bewegungen mehrerer schwachen willkürlichen Muskeln, die in der Regel allein nicht willkürlich bewegt werden können, wohl aber durch Mitbewegung mit anderen willkürlichen Muskeln sich zusammenziehen können, wie die Ohrmuskeln bei mehreren Menschen, wie bei mir, mit dem Musc. epicranius bewegt werden können, und manche Menschen den sonst dem Willen entzogenen Cremaster mit Anziehung der Bauchmuskeln bewegen können. Nun ist es äusserst merkwürdig, dass man die Iris willkürlich mitbewegen kann, wenn man gewisse Aeste des N. oculomotorius willkürlich in Thätigkeit setzt, wie z. B. jedesmal, wenn man das Auge nach innen oder nach oben und innen dreht; denn dann wird die Iris bei allen Menschen zusammengezogen oder die Pupille enge. Man hat also hier das merkwürdige Beispiel, dass mit der willkürlichen Intention in einem Cerebrospinalnerven zugleich scheinbar willkürlich etwas auf einen dem N. sympathicus unterworfenen, sonst unwillkürlichen Theil überspringt. Vielleicht gehört es auch hieher, dass man bei einem grossen Bedürfniss zum Harnlassen durch Thätigkeit der Muskeln der unteren Extremitäten beim Gehen oder Laufen den Harn länger zurückbehalten, also die Thätigkeit des Musculus sphincter vesicae verstärken kann. Endlich scheint ein solches Uebergehen des Nerveneinflusses selbst auf das Herz bei starken Muskelanstrengungen stattzufinden.

Das merkwürdige Phänomen der beschleunigten Herzbewegung bei willkürlichen Anstrengungen hat noch gar keine hinreichende Erklärung gefunden. Man hat gesagt, bei Anstrengungen wird eine grössere Menge arteriellen Blutes gebraucht, deswegen muss das Herz das Blut schneller durch die Lungen treiben; aber aus einem grössern Athembedürfniss folgt deswegen

nicht, dass das Herz diesem Zwecke gemäss bewegt werde. Man hat jenes Phänomen ferner aus der Störung des Blutlaufes durch die Lungen und durch das Herz, vermöge der Hemmungen des Kreislaufes erklärt; indessen tritt die beschleunigte Herzbewegung auch bei Anstrengungen der blossen unteren Extremitäten, beim Bergsteigen, Laufen, ein. In diesem Falle sieht man nicht ein, wie der Lauf des Blutes durch die Lungen und das Herz verhindert sein sollte. Denn wenn auch wegen der beständigen Zusammenziehungen der Muskeln der unteren Extremitäten der Lauf des Blutes durch die unteren Extremitäten gehemmt wird, so wird er deswegen nicht in den Lungen und dem Herzen gehemmt; sondern das Blut, welches nun nicht die kleinen Gefässe der unteren Extremitäten durchgehen kann, kommt auch nicht zum Herzen zurück, und wird sich also nicht in den Lungen und im Herzen anhäufen. Der Erfolg muss vielmehr derselbe sein, wie wenn man sich in aller Ruhe um beide Oberschenkel ein Tourniquet legt und die Blutbewegung in den unteren Extremitäten hemmt, worauf keine beschleunigte Herzbewegung eintritt. Es wäre daher wohl möglich, dass diese so gewöhnliche beschleunigte Herzbewegung bei Anstrengungen, die bei nervenschwachen Menschen so stark wird, eine zwar unmerkliche, aber zuletzt immer stärker hervortretende Mitbewegung wäre, ein Ueberspringen des Nervenprincips von dem in so grosser Kraftanstrengung begriffenen Rückenmark auf die sympathischen Nerven, gleichwie die Iris sich unwillkürlich bei willkürlicher Anstrengung des N. oculomotorius mitbewegt. Da diese Erklärung indess nicht direkt als richtig erwiesen werden kann, und nur an analoge wirkliche Fakta sich anschliesst, so kann sie vor der Hand nur als eine Andeutung für fernere Untersuchungen in diesem dunkeln Felde hingestellt werden.

Viel deutlicher ist die Mitbewegung eines andern unwillkürlich beweglichen Organes bei willkürlichen Bewegungen, nämlich der Samenbläschen. Es ist schon mehrseitig erwähnt worden, dass wenn reizbare Knaben sehr grosse Muskelanstrengungen beim Klettern oder Heraufziehen an einem Seile machen, zuweilen eine spontane Irritation in den Genitalien bis zur Contraction der Samenbläschen eintritt.

XX. Die von dem Nervus sympathicus versehenen Bewegungsorgane haben einen peristaltischen Typus ihrer Bewegung. Diese schreitet nämlich in einer gewissen Richtung fort, und die Ursachen dieser Bahn liegen nicht bloss im Gehirn und Rückenmark, sondern auch in den Nerven dieser Organe selbst. Die Ursachen der regelmässigen Succession in den Wirkungen der sympathischen Nerven sind vollig räthselhaft. Die peristaltischen Bewegungen des Darms von vorn nach hinten sind bekannt. Sie folgen sich wie Wellen in dieser Richtung, ehe eine Welle im ganzen Darme abgelaufen ist, hat schon wieder eine begonnen, die ihr in einiger Entfernung folgt. Diese Erscheinung ist nicht auf den Darm isolirt, auch der Ductus choledochus zieht sich wurmförmig successiv zusammen, und selbst am Herzen ist die Succession offenbar. Am Herzen des bebrüteten Hühnchens läuft die Bewegung wie eine

Welle von hinten nach vorn über das Herz hin, oder ist peristaltisch. Selbst das Herz des Erwachsenen zeigt noch die Succession der Bewegung als Andeutung des Peristaltischen. Am Herzen des Frosches folgen die Bewegungen des contractilen Theils der Venenstämme der Vorhöfe, der Kammern, des Bulbus aortae in der Reihe, wie sie hier genannt sind.

Die Succession der Bewegung in diesen Theilen ist eines der schwierigsten Probleme der Physiologie, an welches man bisher nicht einmal gedacht hat.

Am nächsten liegt anzunehmen, dass die Ursache der Succession im Rückenmark selbst liege. Laufen hier Wellen oder Schwingungen von oben nach unten ab, so können die vom Rükkenmark entspringenden Fasern nach der Reihe die Wellen oder Schwingungen aufnehmen und eine Folge davon würde eine peristaltische Bewegung des Darms von vorn nach hinten sein. Allein diese Erklärung ist gewiss nicht genügend, denn die Succession der Bewegung bleibt am ausgeschnittenen Herzen und Darm. Die Ursache der Succession muss daher in den Nerven dieser Theile selbst liegen. Die Fasern dieser Nerven liegen nebeneinander, wie kann es kommen, dass sie in einer gewissen Succession wirken. Wahrscheinlich kommen auch hierbei die peripherischen kleinen Ganglien in der Substanz der Organe in Betracht. Eine genügende Erklärung lässt sich dermalen noch nicht geben. Nur wie eine der Mechanik genügende Erklärung aussehen würde, lässt sich im Allgemeinen andeuten. Eine Succession der Bewegung, die von den kleinen Ganglien ausgeht, würde erfolgen, wenn die Nervenfasern von Stelle zu Stelle Knoten bildend in der Länge des Darms von vorn nach hinten lange fortlaufen, Wirkungen successive abgebend. Eine Succession der Wellen wird auch erlangt, wenn eine von Knötchen unterbrochene Bahn, die anfangs einfach ist, successiv Aeste abgiebt, die an Länge in einer bestimmten Richtung zunehmen, so dass z. B. die vorderen kurz sind und die hinteren immer länger werden. Nichts dieser Art ist von der Verbreitung der Nerven in den fraglichen Organen bekannt, und es kann die Sache auch nur in sofern hier berührt werden, dass die Wichtigkeit des Problems, die Beschaffenheit einer genügenden Erklärung und die Unmöglichkeit sie beizubringen einleuchten. Was die Schwierigkeit der Sache noch vermehrt, ist, dass in manchen Fällen die Succession wechselt, wie ich an den gefässartigen Herzen der Hirudo vulgaris (Meckel's *Archiv*. 1828.) und Lister (*Philos. transact*. 1834. *p*. 2.) am Herzen der Ascidien beobachteten. Aehnliches kommt schon am Magen bei dessen wechselnden Bewegungen im gesunden Zustande vor und krankhaft wird die peristaltische Bewegung sowohl am Darm, als am Herzen umgekehrt.

2. Von den sensoriellen Wirkungen des N. sympathicus.

I. Die Empfindungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen sind schwach, undeutlich und nicht umschrieben, und nur bei heftigen Reizungen deutlicher und bestimmter. Die hierher gehöri-

gen Thatsachen sind schon oben angeführt worden. Durch stärkere wiederholte Reizung wurde in Brachet's Versuchen die Empfindung in den Ganglien, die anfangs fehlte, deutlicher. Vielleicht rührt die geringe und unbestimmte Empfindung von der geringen Zahl der sensoriellen Primitivfasern in den vom N. sympathicus versehenen Theilen her.

II. Die im N. sympathicus stattfindenden Empfindungseindrücke können unbewusst sein, und kommen gleichwohl zum Rückenmark. Eine centripetale Wirkung eines Empfindungsnerven, zum Rükkenmark gelangend, kann bewusst oder unbewusst sein; im ersten Falle muss sie mit Lebhaftigkeit bis zum Organe der Seele fortgepflanzt werden; im zweiten Falle bleibt die Wirkung auf das Rückenmark isolirt, sie wird nicht empfunden, kann sich aber durch andere Zeichen als bis zum Rückenmark gelangt erweisen, z. B. durch reflectirte Bewegungen. Ein Theil vom Rumpfe eines gefleckten Erdsalamanders ohne Kopf zeigt uns ein Beispiel von centripetaler Empfindungserregung, ohne wirkliche Empfindung; denn wenn wir die Haut dieses Rumpfstückes berühren, erfolgt eine Krümmung des Stückes durch Zusammenziehung der Muskeln, die durch eine Reflexion vom Rückenmarke entsteht, und nicht entstehen kann, wenn in dem Rumpfstücke kein Rückenmark enthalten ist. Solche Erscheinungnn von centripetalen Wirkungen in Empfindungsfasern bis zum Rückenmark ohne wahre Empfindung, aber mit Reflexion der Wirkung auf die Muskeln sind nun auch in dem gesunden Leben häufig, und gerade im N. sympathicus die gewöhnlichen. Man kann deutlich beweisen, dass solche nicht bewusste Empfindungswirkungen im N. sympathicus dennoch zum Rückenmark gelangen. Durch jeden Reiz im Mastdarm kann die Bewegung des Sphincter ani verstärkt sein, durch unempfundene Reize im Magen entsteht gleichwohl die beim Erbrechen stattfindende Mitaffektion der Athemmuskeln. Diese Action der von Cerebrospinalnerven versehenen Athemmuskeln kann im Erbrechen durch einen unbewussten Empfindungsreiz in jedem Organe des Unterleibes, durch den Darmkanal, Leber, Nieren, Uterus angeregt werden. Hier liegt der Ausgang der Wirkung im N. sympathicus. Die Reflexion geschieht motorisch nach Cerebrospinalnerven, nicht nach dem N. sympathicus. Und nun lässt sich wieder beweisen, dass das Bindeglied zwischen der centripetalen Wirkung des N. sympathicus und der motorischen in den Cerebrospinalnerven wirklich das Rückenmark, und nicht der N. sympathicus durch seine Nervenverbindungen ist. Denn der N. sympathicus verbindet sich zwar mit allen Spinalnerven, die beim Erbrechen thätig sein können, aber diese Verbindung ist ein einfaches Anschliessen der Fasern des Ramus communicans nervi sympathici an die beiden Wurzeln des Spinalnerven; da nun die motorische Wurzel des Spinalnerven nicht einmal ein Ganglion hat, so fällt hier auch die Erklärung weg, dass die Wirkung des N. sympathicus vom Ramus communicans sich hier in einer gangliösen Masse vertheilen und alle durchgehenden Fasern der motorischen Wurzel mit afficiren könne. Die centripetale Wirkung im N. sympathicus,

welche unbewusst und unempfunden eine reflektirte motorische in einem Cerebrospinalnerven hervorbringt, wirkt also offenbar auf diese Nerven nicht durch sympathische Verbindungen, sondern durch das Bindeglied des Rückenmarks.

III. Bei den Reflexionsbewegungen, die von Empfindungseindrücken des N. sympathicus angeregt werden, ist der Empfindungseindruck in der Regel unbewusst, während er bei den Reflexionsbewegungen, die durch Empfindungseindrücke der Cerebrospinalnerven angeregt werden, immer bewusst ist. So ist es wenigstens in der Mehrzahl der Fälle. Bei den von dem Magen, Darmkanal, Nieren, Leber, Uterus erregten Erbrechungsbewegungen der Rumpfathemmuskeln, wird die Ursache im Magen, Darm, Nieren, Uterus, Leber sehr häufig und in der Regel nicht empfunden; d. h. die nach dem Rückenmark und Gehirn gelangende centripetale Erregung kommt nicht zum Bewusstsein. Bei allen Reflexionsbewegungen von Cerebrospinalnerven aus wird dagegen die erregende Reizung deutlich empfunden. Auf eine Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen entsteht durch Reflexion eine Action in vielen Spinalnerven bei den das Husten begleitenden Bewegungen der Rumpfmuskeln; aber jener Reiz in der Schleimhaut bringt eine deutliche Empfindung hervor. Bei dem Erbrechen von Kitzel im Schlunde wird dieser deutlich empfunden. Bei den krampfhaften Athembewegungen mit Action der Spinalnerven im Niesen wird die erste Ursache der Reflexion in der Nase deutlich empfunden. Bei der Verengerung der Iris von Lichtreiz wird das Licht als Licht deutlich empfunden; eben so bei dem Niesen, welches durch Lichtreiz auf das Auge entsteht.

IV. Die Ganglien des N. sympathicus hemmen nicht die Fortleitung der centripetalen Wirkungen des N. sympathicus zum Rückenmark; sie sind keine Isolatoren für diese Wirkungen. Diess ergiebt sich aus den Thatsachen, welche in den vorherigen Sätzen angeführt worden sind; denn wenn, wie gezeigt wurde, bei den Reflexionen, wie beim Erbrechen von Reizen im N. sympathicus, eine Fortleitung zum Rückenmark, obgleich ohne Bewusstsein, geschieht, so können die Ganglien nicht Isolatoren für diese Fortleitung sein. Es lässt sich dieser Satz aber auch direkt aus dem schon öfter angeführten Versuch beweisen, dass es mir mehrmal gelungen ist, bei einem Kaninchen, dem die Bauchwandungen ganz durchschnitten waren, durch Zerrung des N. splanchnicus mit der Nadel eine in demselben Augenblicke erfolgende Zuckung der Bauchmuskeln hervorzubringen. Daraus geht hervor, dass die am Grenzstrange des N. sympathicus befindlichen Knoten, von welchen der N. splanchnicus entspringt, keine Isolatoren für centripetale Wirkungen im N. sympathicus nach dem Rückenmark sein können. Und dasselbe beweisen die Versuche von Volkmann an geköpften Fröschen in Hinsicht der Unterleibsganglien. Denn durch Reizung des Darms und anderer vom Sympathicus versehener Theile wurden sehr ausgebreitete Reflexbewegungen am Rumpfe bewirkt.

V. Aus den vorher angeführten Thatsachen geht aber auch

hervor, *dass die Ganglien nicht die Ursache der Bewusstlosigkeit der Reizungen in dem N. sympathicus sein können.* Nach Brachet soll zwar die Empfindung in den Ganglia thoracica und ihren Verbindungsfäden schwach sein oder fehlen, dagegen in den Rami communicantes der Ganglia mit den Spinalnerven deutlich sein, und die Verletzung deutliche Schmerzensempfindung hervorbringen; diess lässt sich aber vor der Hand mit den vorher zergliederten Thatsachen nicht gut vereinigen. Denn es wurde unter II. bewiesen, dass die Reizungen des N. sympathicus eben so wie die der Cerebrospinalnerven, aber unbewusst, zum Rükkenmark verpflanzt werden. Sollten daher die Ganglien bloss die Qualität, den Inhalt des Eindrucks bei einer centripetalen Leitung verändern, dass die Wirkung zwar fortgeleitet wird, aber das Qualitative des Schmerzes daran aufgehoben wird? Diese Fragen werden so abstrakt, dass man darauf nicht antworten kann. Auf das Bewusstwerden selbst können die Ganglien nicht influiren. In den Ganglien selbst kann die Ursache nicht liegen, dass bei den centripetalen Wirkungen im N. sympathicus durch die Ganglien hindurch das Bewusstsein ausfällt; indem das Bewusste an einer Empfindungswirkung erst dadurch entsteht, dass diese Empfindungswirkung zum Organe der Seele gelangt. Es muss daher die Ursache, dass die Empfindungswirkungen des N. sympathicus, obgleich sie zum Rückenmark gelangen, doch nicht zum Bewusstsein kommen, nicht in den Ganglien, sondern darin liegen, dass diese Wirkungen im Rückenmark selbst sich ausgleichen, und nicht bis zu der Quelle des Bewusstwerdens der Empfindungen fortgepflanzt werden. Bei den Cerebrospinalnerven gelangen die Empfindungswirkungen immer zur Quelle des Bewusstwerdens im Gehirn; wenn sie zuweilen nicht empfunden werden, so liegt die Ursache darin, dass die Seele ihre Intention auf Anderes gerichtet hat.

VI. In manchen Fällen erregen heftige Reizungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen, Empfindungen in diesen Theilen selbst; in anderen Fällen sind die Empfindungen von schwächeren Reizen in den afficirten Theilen, undeutliche, und deutliche Empfindungen in anderen, von Cerebrospinalnerven versehenen Theilen vorhanden. Beispiele der ersten Art zeigen uns die Entzündungen des Darmkanals, der Leber, Beispiele der zweiten Art die lebhaften juckenden Empfindungen, welche in Krankheiten des Darmkanals, wie in der Wurmsucht, an der Nase und am After, in chronischen Krankheiten der Nieren und Blase an der Eichel beobachtet worden sind, während der Sitz der Reizung oft gar nicht durch deutliche Empfindungen an dem Orte selbst sich kundgiebt. Es gehören eben so hierher die Schmerzen, die man bei Herzkrankheiten zuweilen in den oberen Extremitäten, bei Leberkrankheiten in der Schulter beobachtet hat. Diess sind Irradiationen, ganz ähnlich den früher p. 603. bei der Irradiation der Cerebrospinalnerven aufgeführten Erscheinungen.

VII. Diese secundären Empfindungen in Cerebrospinalnerven, nach Reizungen des N. sympathicus, zeigen sich besonders an den Endtheilen der afficirten Apparate; *so entsteht Jucken in der Nase*

bei Wurmreizen im Darmkanal, Afterjucken bei Wurmreizen im Dickdarm, Jucken und Schmerzen der Eichel bei Krankheiten der Nieren und Harnwege.

VIII. Eine Reflexionsfähigkeit der Ganglien bei sympathischen Empfindungen ist nicht bewiesen und mehrere Thatsachen sprechen dagegen. Diese zeigen theils schon die angeführten Versuche über den Antheil des Rückenmarks an den Reflexionserscheinungen theils noch besonders mehrere Versuche von Volkmann. Bei geköpften Fröschen, die in der Disposition zur Reflexion waren, konnte vom Darmkanal aus die Reflexion nach den Rumpfmuskeln bewirkt werden, und am Darm selbst traten ausgebreitete Wirkungen hervor; war aber das Rückenmark zerstört, so hörten alle jene Erscheinungen auf, und die Reaction war auch am Darm ganz lokal. Die Ganglien waren also nicht zur Verbreitung der Reizung fähig. Und daraus wird wahrscheinlich, dass sie es auch nicht bei der Irradiation der Empfindungen sein werden.

Man erklärte die sekundären Empfindungen in Cerebrospinalnerven gewöhnlich durch die Verbindungen des N. sympathicus mit Cerebrospinalnerven, und rechnete vorzugsweise auf die Ganglien der Empfindungswurzeln der Spinalnerven, durch welche die Primitivfasern der Wurzeln des N. sympathicus eben so gut, wie der Cerebrospinalnerven, durchgehen. Diese Erklärung verliert noch mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass diese Ganglien der Empfindungsnerven schon nicht die Mitempfindungen der Cerebrospinalnerven erklären können, indem oft Nerven in einander Mitempfindung erregen, die in keiner Verbindung stehen und selbst der Ganglien entbehren, wie z. B. die Mitempfindung des Kitzels in der Nase vom Sehen in die Sonne von keiner Nervenverbindung erklärt werden kann. Denn wenn auch Zweige des N. sympathicus vom Ganglion sphenopalatinum zum Ganglion ciliare, und Zweigelchen vom sympathischen Nerven an den Gefässen der Retina beobachtet worden sind, wie sie eigentlich an allen Gefässen vorkommen, so kennt man doch keine bestätigte Verbindung des N. opticus und des N. nasalis selbst. Eben so wenig lässt sich die Veränderung des Sehens, des Hörens bei Krankheiten der Unterleibsorgane durch eine solche Verbindung erklären, da sie hier eben so wenig existirt. Man denke sich, dass der N. sympathicus wirklich einige Zweigelchen in die Retina selbst schicke, so liesse sich selbst daraus nicht einmal die Verbreitung einer Affektion vom Darmkanal bis zur Retina mit Veränderung des Sehens erklären. Denn dazu müssten alle Fasern des Sehnerven durch eine gangliöse Masse durchgehen. Wir wissen aber, dass eine Reizung eines einzelnen Punktes in der Retina beschränkt bleibt; die Verbindung des N. sympathicus mit der Retina in einem einzigen Punkte würde also auch bloss möglicherweise eine Mitempfindung in diesem einzigen Punkte, und nicht eine allgemeine Veränderung des Sehens hervorbringen können. Wir stossen daher bei der Erklärung der sekundären Empfindungen von dem N. sympathicus auf dieselben Schwierigkeiten, wie bei der Erklärung der

Irradiation bei den Cerebrospinalnerven, und es ist wahrscheinlicher, dass alle Mitempfindungen in Cerebrospinalnerven, die vom N. sympathicus angeregt werden, auch erst durch Vermittelung des Rückenmarkes und Gehirnes entstehen. Dagegen scheint zwar auf den ersten Blick zu sprechen, dass in den vom N. sympathicus versehenen Theilen da, wo die Reizung ist, oft gar nichts, aber wohl in einem Rückenmarksnerven etwas empfunden wird; allein die centripetale Erregung in dem N. sympathicus kann sehr wohl zum Rückenmark gelangen, ohne dass sie als solche zum Bewusstsein kommt, und doch vom Rückenmark weiter Wirkungen hervorbringen, z. B. bewusste Empfindungen in andern Nerven erregen. Dass diess möglich ist, ist unter II. bewiesen worden.

Man sieht aus allem diesem, dass die Theorie dieser reflektirten Empfindungen vom N. sympathicus aus noch ganz im Dunkel und wenigstens sehr zweifelhaft ist.

3. Von den organischen Wirkungen des Nervus sympathicus.

I. Wenn nach Empfindungen durch Reflexion Absonderungen in entfernten Theilen erfolgen, ist wahrscheinlich das Gehirn und Rükkenmark das Bindeglied. Die Empfindungsreizung könnte entweder von den Ganglien der Wurzeln der Empfindungsnerven, ohne zum Rückenmark zu kommen, oder vom Rückenmark reflektirt werden. Das Letztere ist offenbar das Wahrscheinlichere, da die Reflexion durch das Rückenmark in den motorischen Reflexionen eine Thatsache, die Mittheilung der Wirkungen der Fasern in den Ganglien der Empfindungsnerven eine unerwiesene Hypothese ist. Die Thatsachen, welche hierher gehören, sind sehr häufig. Nach Einwirkungen auf die inneren Schleimhäute, z. B. nach Getränken, bricht oft sogleich ein allgemeiner Schweiss aus. Nach heftigen Empfindungen entsteht zuweilen mit Zufällen der Ohnmacht ein kalter Schweiss. Bei den letzteren Erscheinungen ist die Reflexion durch das Rückenmark ganz offenbar, da die Erscheinungen bei der Ohnmacht eine Breite haben können, dass sie nur durch das Rückenmark erklärt werden. Nach einer mit Empfindungen verbundenen Reizung der Conjunctiva oculi et palpebrarum entsteht ein Thränenfluss; ebenso nach heftigen Empfindungen in der Schleimhaut der Nase durch fixe Reizmittel, die auf die Schleimhaut der Nase, oder flüchtige, die in den Mund gebracht werden, z. B. Senf und Meerrettig. Man pflegte diese Erscheinungen so zu erklären, dass man die Empfindungsreizung von dem N. ethmoidalis auf den Stamm des ersten Astes vom N. trigeminus, und von dort aus wieder auf den N. lacrymalis reflektiren liess; so erklärte man auch den Thränenfluss von Reizung der Conjuntiva, indem man die Empfindungsreizung der Conjunctiva auf den Stamm des ersten Astes, und dort wieder auf den Ramus lacrymalis reflektirte. Indessen ist diese Erklärung für beide Fälle fehlerhaft. Denn ein Cerebrospinalnerve kann, da keine Communication der Primitivfasern in ihm stattfindet, auch keine Empfindungsreizung eines Theiles seiner Fasern

auf andere reflektiren. Andere erklärten jene Erscheinungen von Sympathie der Nasenschleimhaut mit der Thränendrüse durch das Ganglion sphenopalatinum, welches nach Einigen durch sympathische Fäden mit dem Ciliarknoten verbunden sein soll. Da nun dieser durch die lange Wurzel des Ganglion ciliare mit dem N. nasalis, und also mit dem Stamme des ersten Astes, der den N. lacrymalis abgiebt, verbunden ist, so sei der N. lacrymalis mit dem Ganglion sphenopalatinum in unmittelbarem Zusammenhang. Gegen diese Erklärung lässt sich dasselbe einwenden, wie gegen die vorige, indem eine Reizung, die zum Ganglion ciliare auf den N. nasalis bis in den Stamm des ersten Astes des N. trigeminus gelangt, ohne Communication der Fasern nicht auf den Ramus lacrymalis reflektirt werden kann. Andere endlich liessen die Empfindungsreizung von der Nase auf das Ganglion Gasseri am Stamme des M. trigeminus, und von dort auf den ersten Ast des N. trigeminus und den Ramus lacrymalis reflektiren. Die Erklärung dieser Reflexionen durch Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes als Vermittler der sensoriellen und vegetativen Wirkung hat wenigstens die Analogie ähnlicher Reflexionen von sensoriellen Wirkungen auf motorische, durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes, für sich.

II. Zuweilen wirkt der vegetative Zustand eines Organes, die Entzündung, die Absonderung desselben auf die Hervorrufung von Entzündung, Absonderung in anderen Theilen. Eine Entzündung des Hodens kann sich auf die Parotis, eine rothlaufartige Entzündung der Haut auf die Hirnhäute versetzen; die Unterdrückung einer Absonderung kann eine andere in einem andern Theile verstärken. Wahrscheinlich sind alle diese Erscheinungen von Veränderungen in den die Blutgefässe begleitenden, zum N. sympathicus gehörigen Fasern verbunden. Hier fragt es sich nun wieder, ob solche Reflexionen bloss durch Veränderung der Statik des N. sympathicus stattfinden, oder ob das Gehirn und Rückenmark wieder zwischen einer centripetalen und centrifugalen Wirkung den Ausschlag giebt. Wir haben noch keine Thatsachen, diese Frage zu entscheiden, indessen ist es nicht unwahrscheinlich, dass Wirkungen, welche von den Ganglien zunächst ausgehen, auch auf andere Ganglien vermöge der durch das graue Fasersystem bewirkten Commissuren (578) fortgepflanzt werden können. Diese Art der Fortpflanzung hat keine Aehnlichkeit mit der raschen Leitung der röhrigen Nervenfäden.

In Mayer's Versuchen entstand zuweilen nach Unterbindung des N. sympathicus am Halse, also des Verbindungstheiles zwischen dem ersten und zweiten Halsknoten, eine Affection von Theilen, die erst wieder von dem ersten Halsknoten influencirt scheinen, nämlich des Auges, Augenentzündung.

III. Die Ganglien scheinen die Centraltheile zu seyn, von welchen der vegetative Einfluss auf die verschiedenen Theile ausströmt. Nach Verletzung des obersten Halsknotens hat man eine Augenentzündung, ja selbst allgemeine Erscheinungen der veränderten Ernährung beobachtet. Wie dieser Einfluss geschieht, ist dermalen noch nicht sicher bekannt und fällt diese Frage mit jener

andern schon oben berührten zusammen, ob Nervenfasern von der dünnern Art, wie sie der Gangliennerve enthält, oder nur graue Fasern von den Ganglien entspringen.

IV. Dieser ausstrahlende Einfluss der Ganglien scheint eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirn und Rückenmark zu behaupten, insofern die Ausbildung des Embryo mit Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes möglich ist. Vergl. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. *p.* 268.

V. Indessen scheint doch auch das Gehirn und Rückenmark die Hauptquelle zu seyn, wodurch auch das organische Nervensystem sich allmälig integrirt, indem gewisse Gehirn- und Rückenmarkslähmungen auch mit Atrophie verbunden sind. Vergl. die vorhin gemachten Bemerkungen über den Schlaf.

Indem wir die Untersuchungen über den N. sympathicus schliessen, müssen wir bedauern, wie Vieles noch hier dunkel ist; indessen glauben wir gezeigt zu haben, wie man in den Untersuchungen über diesen Nerven verfahren müsse, und Manches würde durch Anwendung der Mechanik der Cerebrospinalnerven auf den N. sympathicus klar, dessen Eigenschaften Herrn Magendie so unbekannt schienen, dass er Anstand nahm, ihn für einen Nerven zu halten.

VI. Capitel. Von den Sympathieen.

In den vorhergehenden Capiteln sind so viele Formen sympathischer Erscheinungen durch die Mechanik und Statik der Nerven, ohne Antheil des N. sympathicus erklärt worden, dass dieser Nerve nunmehr noch eine geringe Rolle in der Erklärung der Sympathien spielt. Die Phänomene der Irradiation, der Empfindungen, der Mitbewegungen, der Reflexion geschehen nicht durch den N. sympathicus, und umfassen den bei weitem grössten Theil der sympathischen Erscheinungen, welche man ehemals durch diesen Nerven verrichten liess. An der Wahrheit dieser letzteren Erklärungen haben schon viele namhafte Forscher gezweifelt; denn die alltäglichen sympathischen Erscheinungen zwischen allen Theilen, gerade die Erscheinungen des gesunden Consensus zwischen Uterus und Brüsten, so wie mehrere der merkwürdigsten pathologischen Sympathien, waren niemals durch den N. sympathicus erklärbar.

Nachdem wir in den vorhergehenden Capiteln schon die Gesetze für die Erklärung eines grossen Theiles der Sympathieen kennen gelernt haben, werden wir uns jetzt kurz fassen, und die Sympathieen mehr unter allgemeinen physiologischen Gesichtspunkten auffassen.

Die sympathischen Verhältnisse der verschiedenen Theile des Organismus lassen sich unter folgende Gesichtspunkte bringen.

I. Sympathieen der verschiedenen Theile eines Gewebes unter sich.

Diess ist eine der häufigsten Arten des Consensus. Die verschiedenen Ausbreitungen der Schleimhäute theilen sich ihre Zu-

stände mit; die serösen Häute, die fibrösen Häute u. s. w. sind in demselben Falle. Bei der consensuellen Erregung verschiedener Theile eines Gewebes ist die consensuelle Affection mit der ursprünglichen in der Regel eins. Die Entzündung pflanzt sich fort, die Schmerzen dehnen sich im Umfange des Gewebes aus; die veränderte Absonderung ergreift in derselben Art die naheliegenden Theile des ursprünglich afficirten Gewebes.

a. *Bindegewebe.*

Schon das Bindegewebe besitzt eine grosse Neigung zur Mittheilung seiner Zustände über seine Verlängerungen hin. Die Krankheiten desselben, das Emphysem, das Oedem, die Zellgewebeverhärtung, die Entzündung und Vereiterung liefern Beispiele davon. Diese Krankheiten schreiten oft über ganze Strecken des Bindegewebes zwischen den Muskeln, Gefässen, aponeurotischen Ausbreitungen hin, indem sie bloss das interstitiäre Bindegewebe verfolgen. Deswegen wird auch die Kenntniss der natürlichen Grenzen der Bindegewebeausbreitungen, nämlich der Fascien, für die Würdigung der Bindegewebeeiterungen so wichtig.

b. *Aeussere Haut.*

So offenbar der lebhafte Verkehr der äussern Haut mit inneren Theilen ist, so zeigt uns doch dieselbe keine sehr lebhafte Wechselwirkung ihrer Zustände in verschiedenen Theilen ihres Verlaufs. Eine reine Hautentzündung kann beschränkt sein. Indessen besitzt sie als Ausscheidungsorgan für gewisse Stoffe auch eine gewisse Affinität gegen in den Säften circulirende fehlerhafte Materien, wodurch ihr allein eigenthümliche Krankheiten, acute und chronische exanthematische Hautentzündungen, sich in ihr in einer flächenhaften Ausbreitung ausbilden. Viel häufiger sind indess die Sympathieen der äussern Haut mit den inneren Theilen, für welche sie die gemeinsame Grenze nach aussen hin bildet, wovon die Beispiele später angeführt werden.

c. *Schleimhäute.*

Die Schleimhäute haben eine grosse Neigung, ihre Zustände einander nach dem Verlaufe der Membranen mitzutheilen. Der Catarrh der Lungenschleimhaut zieht leicht dieselbe Affection in der Nasenschleimhaut in Folge. Der Catarrh der letztern afficirt die Schleimhaut der Thränenwege und die Conjunctiva. Im Stadium irritationis des Schnupfens ist das Auge wie die Nasenschleimhaut röther und trockner; im zweiten Stadium werden beiderlei Theile feucht. Auch die Schleimhaut der Eustachischen Trompete und Trommelhöhle kann im Catarrh afficirt sein, was sich durch das nicht selten begleitende Symptom catarrhalischer Affectionen, Schwerhörigkeit und Ohrenbrausen, äussert. Im Catarrh der Nasenschleimhaut ist auch die Schleimhaut der Stirnhöhlen, wahrscheinlich auch der anderen Nebenhöhlen der Nase afficirt; man empfindet einen dumpfen Druck in der Gegend der Stirn. In einem gleichen engen Zusammenhange stehen die verschiedenen Theile des Schleimhautsystems des Tractus intestinalis. Der Zustand des Magens wirkt auf den des ganzen Darmkanals, und verändert seine Secretionen. Die Schleimhaut des Mundes wird der Ausdruck des Zustandes der Schleimhaut des Magens

und Darmkanals. Aus einer trocknen Zunge schliessen wir mit Recht auf einen ähnlichen Zustand in der Schleimhaut der Speiseröhre und des Magens, aus der Röthe derselben, aus dem Beleg auf gleiche Zustände innerhalb des Magens und Darmkanals. So stehen wieder die Schleimhäute der Genitalien und Harnwerkzeuge im sympathischen Zusammenhange. Die häufige Irritation der Geschlechtstheile bewirkt leicht einen chronisch-inflammatorischen Zustand der Harnblase, der Nieren und Phthisis vesicalis, Phthisis renalis; so wie sich zur Phthisis laryngea und trachealis später Phthisis pulmonalis gesellt. Aber nicht bloss die anatomisch zusammenhängenden Schleimhäute, sondern selbst die ganz getrennten haben eine ähnliche, obgleich geringere Tendenz zur Mittheilung ihrer Zustände. Man kann desshalb eine vermehrte Absonderung in einer Schleimhaut nicht durch eine vermehrte Absonderung in einer andern, oder durch Antogonismus heilen. Man kann eine Blennorhoe der Genitalien nicht durch künstliche Diarrhoe heilen. Zuweilen sehen wir die Schleimhaut der Athemorgane im Consensus mit derjenigen des Magens; es ist bekannt, dass manche Zustände des Magens eine Reizung auch in den Athemwerkzeugen unterhalten, Tussis gastrica. Am Ende der Phthisis pulmonalis entsteht auch ein inflammatorischer Zustand in der Muscosa des Darmkanals, wie die Darmgeschwüre der Phthisiker zeigen. Endlich zeigen uns die colliquativen Blennorhoeen der Schleimhäute ein Beispiel eines gleichen Zustandes im ganzen Schleimhautsystem, der von einem einzelnen Theile desselben ausgehen kann; wie z. B. sowohl in den Lungen als im Darmkanal, oder in den Genitalien die erste Ursache einer allmäligen Veränderung aller Schleimhäute liegen kann.

d. *Seröse Häute.*

Bei einer primären Affection einer serösen Haut werden in der Folge oft alle anderen serösen Häute in dieselbe Affection gezogen. Zum Hydrops ascites gesellt sich in der Folge Hydrothorax; doch gehören nicht alle Fälle von Wassersucht in verschiedenen Theilen hierher. Die Wassersucht entsteht oft durch eine Einmischung des Blutes gleichzeitig in mehreren Theilen, oder auch, wenn die Circulation in einem wichtigen Organe unterbrochen ist. In diesen Fällen geht also die Sympathie nicht so sehr von den serösen Häuten selbst aus, als von der Verbreitung der Ursache.

Eine reine Sympathie der serösen Häute ist aber, wenn in Folge einer primären Entzündung einer serösen Haut auch die anderen serösen Häute sich entzünden. So folgt zuweilen der Entzündung des Bauchfelles Entzündung der Pleura, Entzündung der Arachnoidea, und diese letzte in dem wichtigsten Organe ist vielleicht die Ursache des Todes.

e. *Fibröses System.*

Die fibrösen Häute stehen unter einander in einer solchen engen Verbindung, dass eine örtliche Verletzung derselben sehr häufig bedeutende ausgebreitete Zufälle nach sich zieht.

Zu den fibrösen Häuten gehören die Beinhaut, die Dura mater, die Sclerotica, Albuginea des Hodens, äussere Haut der

Milz, die Sehnen, Bänder und sehnigen Muskelscheiden. Eine örtliche rheumatische Affection setzt sich leicht über alle fibröse Verbindungen fort, wechselt ihren Ort, indem sie aber immer gern die natürlichen Verbindungen der fibrösen Häute verfolgt. Die Verletzung der Bänder, Aponeurosen, des fibrösen Bändergewebes an Fuss und Hand ist oft mit ausgebreiteten Zufällen verbunden; die Entzündung, die Anschwellung, setzen sich nämlich von der ursprünglichen Stelle der Reizung zuweilen über die Muskelscheiden, ja über die Beinhaut der Knochen fort. Die gichtische Entzündung des Auges, welche, wie die Gicht überhaupt, das fibröse Gewebe liebt, so in dem Auge ihren Sitz in der Sclerotica hat, ist mit ihrem Schmerz nicht auf das Auge fixirt, sie zeichnet sich vor allen anderen Augenentzündungen dadurch aus, dass die ganze Seite des Gesichtes, im Verfolg der Beinhaut, die Scheide des Schläfenmuskels, die Galea aponeurotica von den lebhaftesten Schmerzen ergriffen sind.

Die innere und äussere fibröse Haut des Cranium, nämlich die Dura mater des Gehirns, die Beinhaut des Schädels und die Galea aponeurotica stehen im Consensus unter sich und mit der Sclerotica. Affectionen der Dura mater erregen Affectionen der Sclerotica; Affectionen der Galea aponeurotica und Beinhaut können sich auf die Dura mater versetzen. Umgekehrt, ist die Dura mater örtlich entzündet, so ist es auch zuweilen die Beinhaut äusserlich.

Dass bei den Sympathieen des fibrösen Systemes auch die Nerven im Spiele sind, lässt sich theils aus dem Vorhandenseyn organischer, die Gefässe begleitender Nerven in allen gefässhaltigen Theilen theils aus der wirklichen Existenz von Nerven in der Dura mater schliessen. Sie sind von Comparetti, Arnold, Schlemm, Bidder und von mir selbst beobachtet.

f. *Knochengewebe und Knorpelgewebe.*

Sympathieen des Knochengewebes unter sich sind selten. Wohl ist in manchen Krankheiten, wie in der Rhachitis und im zweiten Stadium der Venerie, das ganze Knochengewebe überall afficirt, aber diese Bildungskrankheiten kann man weniger unter die Sympathieen rechnen; die Reizung ist hier allgemein mit fehlerhafter Bildung der Knochenmaterie. Indessen giebt es doch auch deutliche Beispiele von reiner Sympathie des Knochengewebes. Wenn nämlich eine Krankheitsursache auf die Oberfläche eines Röhrenknochens wirkt, so wird in der darauf folgenden Entzündung nicht leicht die blosse Oberfläche, sondern die ganze Dicke des Knochens bis zur Markhöhle afficirt; in der ganzen Dicke verändert sich das Knochengewebe, und ebenso folgt nach Zerstörung des Markes eines Röhrenknochens auch wieder Entzündung und Aufschwellung, sowohl innen als aussen bis zur äussern Oberfläche.

g. *Muskelgewebe.*

Man hat dem Muskelgewebe die Fähigkeit, sympathisch erregt zu werden, in hohem Grade zugesprochen. Man hat angeführt, dass die Reizung, welche die Contraction eines Muskels zur Folge habe, häufig von einer Menge sympathischer Convul-

sionen anderer Muskeln begleitet sei. Allein diese Sympathieen beruhen nicht in dem Gewebe selbst, sondern in der Sympathie der Bewegungsnerven; der Muskel, dessen Bewegungsnerve von dem übrigen Nervensystem getrennt ist, ist zwar selbst noch erregbar auf einen äusseren Reiz, er pflanzt diesen aber nie fort auf andere Theile desselben Gewebes, es entstehen keine sympathische Convulsionen.

Die sympathischen Krämpfe des Muskelsystems sind daher nicht eigentlich Sympathieen des Gewebes unter sich, sondern Sympathieen der Nerven. Die übrigen wenigen Krankheiten, welche noch in den Muskeln vorkommen, wie die Entzündung und Eiterung sind auch immer beschränkt, sie verbreiten sich nicht wie in den anderen Geweben, sie sind auf die örtlichen Stellen der Reizung angewiesen. Ausser den sehr seltenen Muskelentzündungen, den Degenerationen und dem Krampfe kennt man aber fast gar keine Krankheit der Muskeln weiter. Alles diess überzeugt uns, dass das Muskelgewebe keiner lebhaften Sympathie in sich und mit anderen Theilen unterworfen sei.

h. *Lymphatisches System.*

Zu dem lymphatischen System gehören die Lymphgefässe und die Lymphdrüsen.

Krankheiten des lymphatischen Systems sind sehr selten örtlich; wenn sie ursprünglich entstehen, befallen sie in der Regel das ganze System unter der Form einer *Dyskrasie*, ja gewisse Krankheiten sind auf das Gewebe des lymphatischen Systems fast beschränkt, wie z. B. die Scrofeln. Geht aber die Reizung von einer örtlichen Stelle des Lymphsystems aus, so verbreitet sie sich schnell sympathisch über grosse Strecken. Ist eine Lymphdrüse primär durch äussere Reizung in Entzündung gesetzt, so werden bald die umliegenden Drüsen ergriffen, sie schwellen an, wenn sie auch selbst nicht in Entzündung gerathen. Manche primäre Reizungen des Lymphsystems gehen von Giften aus, welche die von ihnen berührten Lymphgefässnetze afficiren, mögen sie nun aufgesogen werden oder nicht. Wird an einer Stelle Quecksilber eingerieben, so entsteht oft eine ausgebreitete Reizung des lymphatischen Systems, und die Lymphdrüsen der verschiedenen Stellen des Körpers können gleichzeitig in Affection gezogen werden. Die Entzündung der Lymphgefässe, die von einer örtlich giftigen Einwirkung ausgeht, verbreitet sich schnell über alle Verzweigungen in einem Gliede, und in einem solchen Falle ist die Haut überall nach dem Verlaufe der Lymphgefässe von rothen Streifen durchzogen.

Eben so häufig sind die Sympathieen der Lymphgefässe mit den Lymphdrüsen. Eines der gewöhnlichsten Phänomene in den Bildungskrankheiten der grossen Eingeweide ist die Anschwellung der Lymphdrüsen in der Umgegend.

So schwellen die Lymphdrüsen des Halses an bei organischen Krankheiten der Organe des Halses, der Glandula thyreoidea; bei den Bildungskrankheiten der Brüste, namentlich beim Krebs der Weiberbrust, die Axillardrüsen; die Lymphdrüsen des Unterleibes bei den organischen Krankheiten des Magens, des Darm-

kanals überhaupt, die Lymphdrüsen, welche die Gallengänge begleiten, bei den organischen Krankheiten der Leber, die Inguinaldrüsen in den organischen Krankheiten der Hoden, der Urethra, der Prostata.

Eben so häufig sind die sympathischen Anschwellungen der Lymphdrüsen bei entzündlichen Affectionen, wie nach Stichwunden, Zerreissungen, Zerquetschungen. Nach der Anwendung eines Blasenpflasters, welches Entzündung der Haut setzt, schwellen oft die Lymphdrüsen an; eben so beim Blutschwären, beim Panaritium. In dem letzten Falle sind sogar oft die Lymphgefässe des ganzen Armes bis zu den Achseldrüsen im Zustande der Reizung. Bei der Entzündung der Harnröhre im Tripper, in den entzündlichen Krankheiten der Hoden schwellen oft die Inguinaldrüsen als sogenannte Bubonen, bei entzündlicher Affection der Mamma die Axillardrüsen, bei entzündlicher Affection der Parotis die Halsdrüsen an.

Diese sympathischen Anschwellungen unterscheiden sich von der ursprünglichen Affection meist dadurch, dass sie verschwinden, sobald die Krankheit des primär afficirten Organs aufhört, dass sie chronisch sind bei einer chronischen Krankheit, acut bei einer acuten, und endlich, dass in der sympathischen Affection sich das Gewebe ausser der Anschwellung von dem natürlichen Zustande in der Regel nicht entfernt.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass man von jeder Stelle der Körperfläche, die mit Lymphgefässen durchzogen ist, eine weit verbreitete lymphatische Irritation erregen kann. Diese Irritation kann sowohl durch eine materielle Einimpfung eines Krankheitsstoffes, als nach einer Verletzung erfolgen, wobei keine Materie aufgenommen und verbreitet wird, wie nach mechanischer Verletzung oder nach Verbrennung. Man sieht also daraus, dass zu dieser Sympathie die materielle Verbreitung eines Krankheitsstoffes in den Lymphgefässen wenigstens nicht nöthig ist.

Die lymphatische Irritation kann, wie von Verletzung der äussern Körperoberfläche, eben so leicht von ursprünglicher Reizung der innern Körperoberfläche erfolgen. Und wir haben hier eine ganz parallele Reihe von Erscheinungen. So wie nach Entzündung der Haut durch Verbrennung eine lymphatische Irritation der Umgegend bis zu den nächsten Lymphdrüsen entsteht, eben so erfolgt auf Entzündung der Mucosa des Darmkanals, wenn sie einigermaassen andauert, eine Irritation der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Mesenteriums, und gerade diejenigen Lymphdrüsen und Lymphgefässe entzünden sich und schwellen an, welche den entzündeten Stellen des Darmkanals entsprechen, wie wir ein so deutliches Beispiel bei den Darmgeschwüren im Typhus abdominalis sehen.

Zuweilen enthalten die von einem eiternden Theile kommenden Lymphgefässe, gleichwie die Venen, Eiter. Siehe Cruveilhier *Anat. path. livr.* 13. Auch die entsprechenden Lymphdrüsen können vereitern. Man würde unrichtig schliessen, dass dieser Eiter durch die Lymphgefässe aufgesogen worden. So wie er in den Venen des Amputationsstumpfes von Venenentzündung entsteht,

eben so entsteht er in den Lymphgefässen, die von einem entzündeten Theile kommen, von Fortpflanzung der Entzündung. Die Entzündung und Vereiterung der Lymphdrüsen des Mesenteriums bei Darmgeschwüren im Typhus abdominalis liefert deutlich den Beweis, dass wenigstens in diesem Falle der Eiter in den Lymphgefässen und Lymphdrüsen selbst entstanden ist.

i. *Blutgefässe.*

Wenn man bedenkt, dass die Sympathieen des Pulses mit den Krankheiten der Organe nicht so sehr Sympathie der Arterien selbst als des Herzens sind, und wenn man ferner in Erwägung zieht, dass die örtlichen Krankheiten der Arterien ziemlich beschränkt sind auf die Stelle der Reizung, und nicht die Tendenz haben, sich in der Breite auszudehnen, wie die Entzündung und Erweiterung der Arterien, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass die Sympathieen der Arterien im Allgemeinen geringe sind, wenigstens dürfen wir dies von den Häuten der grösseren Arterien und Zweige annehmen.

Aber dem Nervensystem werden wir einen Einfluss auf den Zustand der Arterien zuschreiben müssen, welcher unabhängig von dem Herzen ist; diess beweisen die Veränderlichkeit des Hautturgors in den Leidenschaften, die örtlichen Congestionen und wieder der Collapsus, die in Folge einer bloss leidenschaftlichen Aufregung in den äusseren Theilen entstehen.

Es ist schwierig zu unterscheiden, ob bei einer allgemeinen Affection der Venen diese ursprünglich von einem Theile des Venensystems ausgegangen und sich allmälig sympathisch verbreitet, oder ob die nächste Ursache der Krankheit auf einen grossen Theil des Venensystems zugleich gewirkt hat. Indessen zeichnet es das Venensystem aus, dass seine Krankheiten in der Regel keine ganz örtlichen sind, wie die Atonie und Varicosität der Venen zeigen.

Einen direkten Beweis von der ausgebreiteten Sympathie der Venen giebt die Venenentzündung, sie entsteht örtlich im Verlaufe einer Vene durch Ursachen, welche überhaupt Venenentzündung setzen, z. B. durch einen schlechten Aderlass, durch die Verletzung eines Varix, ferner in Amputationswunden, am Uterus der Wöchnerinnen, verbreitet sich aber von der örtlich entzündeten Stelle so schnell, dass sie in kurzer Zeit alle Venenstämme des Gliedes erreicht. Die Venenentzündung ist daher, wenn sie nicht auf der Stelle richtig erkannt und behandelt wird, gewöhnlich tödtlich; sie geht in Eiterung der Venen über. Eine merkwürdige Sympathie der Venen unter sich ist die Erschlaffung und Erweiterung der Venen in der Umgegend einer Geschwulst mit entartetem Gefässsystem. Diese Disposition zur Erweiterung und Erschlaffung der kleinen Venen zeigt sich zuweilen über den ganzen Körper verbreitet, bei Cachexien und Dyskrasien, und erzeugt eigenthümliche Farbenveränderung, wie z. B. die blauen Ringe um die Augen u. a.

k. *Drüsengewebe.*

Wenn auch gewisse Krankheiten, wie die Scrofelsucht und der Krebs, die Tuberkeln, als Bildungskrankheiten vorzüglich das

drüsige Gewebe ergreifen, so ist doch ein allgemeines Leiden des Drüsengewebes in diesen Krankheiten nicht aus Sympathie zu erklären, sondern es liegt in der Natur dieser Krankheiten, dass sie diess Gewebe besonders ergreifen, und die Verbreitung geht nicht so sehr von einer örtlichen Reizung, sondern von einer allgemeinen Anlage des Drüsengewebes aus, die sich dann zu einer vollkommenen Krankheit ausbildet, wenn das Drüsengewebe örtlich gereizt wird. Gleichwohl ist es nicht zu bezweifeln, dass, wenn eine Krankheit in einer einzelnen Drüse beginnt, sie durch die Sympathie der verschiedenen Theile der Drüse leichter die ganze Drüse, als die fremdartige Umgebung erreichen wird. Unter die sympathische Reizung des Drüsengewebes gehört aber folgende Thatsache:

Dass alle Absonderungsorgane, wie sie ihre Reizung auf die Ausführungsgänge reflektiren, so auch in einen Zustand sympathischer Reizung gerathen, wenn ihre Ausführungsorgane ursprünglich gereizt werden; so bedingt die Gegenwart der Speisen im Munde einen grössern Zufluss des Speichels aus den Speicheldrüsen, die Gegenwart einer Sonde in der Blase die vermehrte Absonderung des Urins aus den Nieren (?), die Reizung der Glans penis eine vermehrte Absonderung des Samens, die Reizung der Schleimhaut des Auges eine vermehrte Absonderung der Thränen. So ist es ebenfalls Thatsache, dass, während die Speisen noch im Magen enthalten sind, der Ausfluss der Galle in den Dünndarm nur gering, dass sich dieser aber im zweiten Stadium der Verdauung, wenn der Chymus mit der innern Haut des Dünndarms in Berührung kommt, sehr vermehrt, und das umgekehrt im Hunger die Ausscheidung der Galle sehr vermindert ist.

Die Materialien, welche wir in diesem Abschnitte mitgetheilt haben, hat vorzüglich Bichat, in seiner allgemeinen Anatomie, dem Lichte der physiologischen Anatomie zugänglich gemacht, ein Werk, welches mehr wahren Inhalt der allgemeinen Pathologie, als unsere mehrsten Lehrbücher der allgemeinen Pathologie enthält. Die sympathische Fortpflanzung der Gewebezustände muss aus den fundamentalen Eigenschaften der Zellen erklärt werden, aus welchen die Gewebe entweder bestehen, oder aus denen sie wenigstens entstanden sind. Es ist eine allgemeine Eigenschaft der Zellen und also auch der aus ihnen entstandenen Gewebetheilchen, dass sie ihre Zustände mittheilen und unter sich ins Gleichgewicht setzen. Diese Art der Fortpflanzung der Gewebetheilchen haben die Pflanzen mit den Thieren gemein, sie ist langsam, die raschen Wirkungen in der Ferne sind nur den Thieren eigen und aus den Eigenschaften des Nervensystems zu erklären.

II. Sympathieen verschiedener Gewebe unter sich.

Diese zweite Form von Sympathie ist viel seltener als die erste. In der Regel geht eine krankhafte Affection innerhalb eines und desselben Gewebes viel leichter von einem auf ein anderes Organ über, als dass in einem und demselben Organe ein

Gewebe seinen Zustand einem andern Gewebe überträgt. Die Tunica mucosa des ganzen Darmkanals kann krankhaft absondern, ohne dass die Tunica muscularis mit afficirt ist; unter einem krankhaften serösen Ueberzuge des Herzens kann gesunde Muskelsubstanz liegen; die Tunica musculosa des Darmkanals kann ohne Veränderung der Tunica mucosa und serosa desselben krampfhaft afficirt sein. Die Tunica serosa kann Wasser absondern, ohne Mitleiden der andern Häute eines Organes. Indessen giebt es doch Sympathieen dieser Art. Es ist hier zu bemerken, dass, wenn die Sympathieen verschiedener Theile desselben Gewebes in der Regel gleiche Zustände bedingen, in den Sympathieen verschiedener Gewebe die Affectionen der in Wechselwirkung tretenden Gewebe nach ihren Lebenseigenschaften auch verschieden sind; nur die Entzündung ist auch hier eine in gleicher Art sich mittheilende Veränderung. Die hieher gehörenden consensuellen Erscheinungen sind vorzüglich folgende:

1) *Zwischen der äussern Haut und den Schleimhäuten.* Diese sind sehr häufig. Viele Krankheiten der Schleimhäute, namentlich die Entzündungen und Blennorrhöen, entstehen oft durch Wirkung einer Krankheitsursache auf die äussere Haut, und umgekehrt. Auf Erkältung der äussern Haut erfolgt Lungenentzündung, Halsentzündung, Darmentzündung etc., oder catarrhalische Affectionen dieser Häute, und zwar jedesmal in der Schleimhaut desjenigen Organes, welches nach individuellen Eigenthümlichkeiten mehr als die äussere Haut in der Disposition zu Krankheiten ist. Nach ausgedehnten Verbrennungen der äussern Haut entsteht zuweilen Entzündung der Lungenschleimhaut, Magenschleimhaut. In den exanthematischen Affectionen der äussern Haut leiden zuweilen die Schleimhäute mit. Andrerseits verändert eine Krankheit der Schleimhäute, z. B. ein gastrischer Zustand, die Absonderung, den Turgor, die Farbe der äussern Haut. Auch wirkt man durch die äussere Haut consensuell auf die Schleimhäute, wie bei Anwendung der Kälte auf die äussere Haut bei Blutungen aus Schleimhäuten.

2) *Zwischen der äussern Haut und den serösen Häuten.* Die Wasserergiessungen der serösen Häute vermindern regelmässig die Absonderung der äussern Haut, und durch Unterdrückung der Hautabsonderung entstehen hinwieder zuweilen Wasserergiessungen in den serösen Häuten, sowohl bei vorher gesundem Zustande der Haut, als bei Störungen der Hautexantheme. Endlich verursachen Krankheitseinflüsse, welche auf die äussere Haut wirken, nicht selten Entzündungen der serösen Häute.

3) *Zwischen dem Drüsengewebe und den Schleimhäuten.* Es ist schon oben erwähnt, dass eine Drüse, die in eine Schleimhaut ausführt, in lebhafter sympathischer Verbindung mit dieser Schleimhaut steht, wie denn das Drüsengewebe nicht allein als eine Verlängerung des Ausführungsganges, und dieser als Fortsetzung der Schleimhaut betrachtet werden kann, sondern auch die dem Darmkanal adnexen Drüsen aus dem Darmkanal selbst anfangs hervorkeimen. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn die Reizung der Mundschleimhaut die Absonderung des Speichels vermehrt,

die Reizung der Conjunctiva einen Thränenfluss, die Indigestion eine Salivation bewirkt.

4) *Zwischen den Schleimhäuten und den serösen Häuten* zeigt sich seltener eine solche Wechselwirkung.

5) *Zwischen den fibrösen Häuten, der Markhaut der Knochen und dem Knorpel- und Knochengewebe findet hingegen eine sehr innige Beziehung statt.* Der Zustand der Beinhaut wirkt auf den des Knochens und umgekehrt. Nach Entzündung der Beinhaut folgt häufig Aufschwellung des darunter liegenden Knochens, und bei Knochenauftreibungen wird auch die Beinhaut verdickt. Nach Entzündung der Markhaut der Knochen entsteht auch Aufschwellung der ganzen Dicke des Knochens. Nach Zerstörung der Beinhaut erfolgt die äussere, nach Zerstörung der Markhaut die innere Nekrose der Röhrenknochen. Siehe oben p. 336. Diese Wechselwirkung gründet sich vorzüglich auf den Umstand, dass sowohl von der Beinhaut als von der Markhaut aus, unzählige feine Gefässe von aussen nach innen in das Innere des Knochens eindringen.

Ein aufmerksamer Arzt wird diese Beispiele von Sympathieen zwischen verschiedenen Geweben leicht vermehren können. Die Erklärung dieser Sympathieen kann nicht in allen Fällen dieselbe seyn. Absondernde Häute stehen an und für sich, abgesehen von den Nerven, durch die Wirkung des Zustandes der Absonderungen auf die Säftemasse in einem antagonistischen Verhältnisse. Siehe oben p. 386. Andere Erscheinungen, bei welchen weniger allein die Absonderung als der gesammte Lebenszustand der Häute verändert wird, wie bei der lebhaften Wechselwirkung der Haut und der Schleimhäute, gehören mehr zu den Phänomenen der durch Mitwirkung der Nerven zu erklärenden Reflexion. In Hinsicht der Wechselwirkung der Drüsen mit den Schleimhäuten ist es ungewiss, ob die Sympathie durch Reflexion oder durch Wechselwirkung der Nerven selbst unter Mitwirkung des N. sympathicus erfolgt. Die Wechselwirkung der äussern und innern Beinhaut der Knochen mit den Knochen ist endlich durch ihre Gefässverbindungen und die Wechselwirkung ihres Gefässgewebes zu erklären.

III. Sympathieen der einzelnen Gewebe mit ganzen Organen.

Die Krankheit eines *ganzen Organes*, an welcher ein weiter verbreitetes Gewebe Antheil hat, theilt sich den Fortsetzungen dieses Gewebes über das ursprünglich afficirte Organ hinaus mit, und umgekehrt kann der Zustand eines Gewebes auf den eines zusammengesetzten Organs wirken.

Als Beispiele dieser Art von Sympathie kann man vorzüglich das Verhältniss der Eingeweide zu der äussern Haut, zu den Schleimhäuten, serösen Häuten anführen.

Durch die äussere Haut kann eine Krankheitsursache zu jedem zur Krankheit disponirten Organe Eingang finden, und anderseits können Reizungen und Ableitungen, auf der äussern Haut angebracht, wieder auf die Krankheitszustände jedes besondern

nahegelegenen Organes wirken. Auch kann sich eine exanthematische Krankheit der Haut auf alle innere Theile versetzen.

Die serösen Häute participiren immer an den Zuständen der Organe, welchen sie einen Ueberzug geben. Bei den organischen Bildungskrankheiten der Eingeweide leiden die serösen Häute nicht allein, wo sie das Eingeweide überziehen, sondern in ihrer ganzen Ausbreitung mit. So entsteht in Folge einer organischen Krankheit der Lungen Brustwassersucht, des Herzens Herzbeutelwassersucht, der Leber Bauchwassersucht, der Gebärmutter und der Eierstöcke Bauchwassersucht, bei organischen Krankheiten des Hodens Hydrocele. Dabei gilt das Erfahrungsgesetz, dass gewöhnlich die dem kranken Organe zunächst gelegenen serösen Häute sympathisch afficirt werden. Ferner sind in den Krankheiten der Eingeweide, an welchen Schleimhäute participiren, die Schleimhäute in grösserer Ausdehnung immer afficirt. Bei den orgainschen Krankheiten der Gebärmutter entsteht weisser Fluss. Bei den Krankheiten der Lungen sind die Schleimhäute der Bronchien afficirt. Bei den Bildungskrankheiten des Magens, des Darmkanals entsteht oft eine anhaltende Verstopfung aus Mangel an Absonderung in der Schleimhaut des Tractus intestinalis.

Bei dem entzündlichen Zustande einer Schleimhaut ist das ganze System ergriffen, die nahegelegenen Muskeln sind entweder in ihren Bewegungen gehemmt, wie die Schlundmuskeln in der Entzündung des Schlundes.

Von allen Membranen haben die fibrösen die geringste Wechselwirkung mit anderen Organen, selbst mit den Organen, welche sie umkleiden. Diese zum Schutz und zur Befestigung bestimmten Theile sind in dieser Hinsicht fast Isolatoren. Nur die Entzündung der fibrösen Häute kann wegen des Blutverkehrs und der Wechselwirkung der Gefässe heftige Symptome, auch in den von ihnen umkleideten Organen, hervorbringen, gleichwie die Entzündung der Dura mater mit heftigen Hirnsymptomen verbunden ist.

Die Sympathieen einzelner Gewebe mit ganzen Organen finden übrigens theils in den Gesetzen der Reflexion, wenn solche Theile in keiner Verbindung stehen, wie die Haut und innere Organe, theils in der Wechselwirkung der Gefässverbindungen und Gefässnerven verbundener Theile (wie des Uterus und der Schleimhaut der Genitalien) ihre Erklärung.

IV. Sympathieen ganzer Organe unter sich.

Obgleich es zu den Grundbegriffen des Organismus gehört, dass ein Organ auf alle andere wirken kann: so ist doch die Leitung der Zustände vorzüglich zwischen den Organen gewisser Systeme oder Organgruppen erleichtert. Die hieher gehörenden Sympathieen sind folgende:

1) Zwischen Organen, welche eine gleiche Bildung und Function haben, wie zwischen den verschiedenen Speicheldrüsen,

zwischen dem Herzen und den Blutgefässen, zwischen Magen und Darmkanal, zwischen den Centralorganen des Nervensystems.

2) Zwischen Organen, welche, obgleich von verschiedener Bildung, doch zu demselben Organsystem gehören, wie die verschiedenen Organe des chylopoëtischen Systems (Darmkanal, Drüsen, Milz), des uropoëtischen Systems, der Genitalien, der beiden letzteren unter sich, des respiratorischen Systems (Kehlkopf, Luftröhren, Lungen).

3) Zwischen Organen, welche in anatomischem Zusammenhange durch Gefässe und ihre Nerven stehen, wie Lungen und Herz.

4) Zwischen allen wichtigeren Eingeweiden und den Centralorganen des Nervensystems. Hieher gehören die Mit-Affection des Gehirns bei Entzündung der Eingeweide, der Leber, der Lungen, des Darmkanals, die Affectionen des Magens und der Leber, Polycholie, Leberentzündung nach Verletzungen und Reizungen des Gehirns etc.

Die sympathischen Erscheinungen dieser Art werden theils durch die Abhängigkeit verschiedener Organe eines Systems, oder anatomisch zusammenhängender Theile von gleichen Ausstrahlungspunkten des Nerveneinflusses, theils durch den Einfluss der Centralorgane des Nervensystems auf alle Organe erklärt. Dass die Centralorgane hierbei wahrscheinlich einen grössern Einfluss als die Communication der sympathischen Nerven ausüben, sieht man an gewissen, durch Nervenzusammenhang oder anatomischen Zusammenhang ganz unerklärlichen Sympathieen, wie zwischen Brust und Genitalien, zwischen Kehlkopf, Athemwerkzeugen, und Genitalien bei der Entwickelung der Pubertät, bei Ausschweifenden und Castraten. Sympathieen, welche bis jetzt auch keiner andern Erklärung als derjenigen der Reflexion fähig, sind die der Parotis und des Hodens, deren entzündliche Affectionen sich zuweilen von einem auf das andere Organ versetzen.

V. Sympathieen der Nerven selbst.

I. Sympathieen der Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems. Die Nerven erfordern zu ihrer naturgemässen Thätigkeit nicht allein den beständigen Einfluss der Centralorgane, wie meine und Sticker's Versuche (p. 552.) zeigen, nach welchen ein von dem Gehirn und Rückenmark längere Zeit getrennter Nerve gänzlich seine Reizbarkeit verliert; auch die Centralorgane können durch die Nerven verändert werden. Die hieher gehörigen Phänomene sind zum Theil schon in dem Capitel von der Reflexion angeführt worden. Wir bedienen uns dieser Wechselwirkung in einer Menge von Fällen zur Heilung von Krankheiten der Centralorgane. Wir erregen das Rückenmark selbst, indem wir die von ihm entspringenden Nerven durch Bürsten der Haut und andere Frictionen, durch Senfteige, Blasenpflaster, Moxen, Haarseile u. s. w. reizen; wir wirken auf das Gehirn und Rückenmark vermittelst der Nerven bei den kalten und warmen Bädern, bei den Sturzbädern, beim Auftröpfeln kalten Wassers auf Haut-

stellen. Bisher waren diese Thatsachen zwar bekannt, weniger aber diejenigen physiologischen Thatsachen, aus welchen man jene ableiten kann; jetzt aber kann man sich aus den bei der Lehre von der Reflexion erläuterten Erscheinungen einen deutlichen Begriff von dem Processe jener Wechselwirkung machen. An jedem Theile des Körpers, namentlich der Haut, kann man durch mechanische, galvanische, chemische Einwirkung in den von dort entspringenden Nerven eine heftige centripetale Wirkung erzeugen, welche, wenn sie öfter wiederholt wird, im Stande ist, den gesunkenen Lebensprocess in denjenigen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes, von welchen jene Nerven entspringen, anzufachen und so mittelbar auch auf andere Theile der Centralorgane zu wirken. Für die Therapie ergiebt sich aus diesen Betrachtungen, dass wir auf die Centralorgane auf sehr verschiedene Art einzuwirken vermögen, nämlich:

1) Durch unmittelbare Einwirkung auf dieselben durch in den Darmkanal, oder durch die Haut eingeflösste und ins Blut aufgenommene Materien, eine Methode, die sich in sehr vielen Fällen wegen der Unwirksamkeit solcher Mittel erfolglos zeigt.

2) Durch Wirkung auf die von den Centralorganen entspringenden Nerven, wovon die Therapie die herrlichsten Erfolge sieht.

II. Sympathieen der Empfindungs- und Bewegungsnerven. In dem vorhergehenden Falle haben wir nur die Veränderung der Centralorgane selbst durch Eindrücke auf die Empfindungsnerven ins Auge gefasst; hier erwägen wir die hierbei auch erfolgenden Rückwirkungen von den Centralorganen auf andere Empfindungsnerven oder Bewegungsnerven. Die centripetale Erregung der Empfindungsnerven wirkt nicht bloss auf die Centralorgane, sie wird auch von diesen reflectirt. Diese Reflexion findet auch zwischen verschiedenen Empfindungsnerven statt. Daher sind wir im Stande, die Thätigkeit eines Empfindungsnerven, der unserer Behandlung nicht zugänglich ist, wie des Gehörnerven, des Gesichtsnerven, durch Reizung anderer, ihm physiologisch und in Hinsicht des Ursprunges verwandter Empfindungsnerven anzuregen. Hierauf gründet sich die Behandlung der Schwerhörigkeit, der Amblyopie mit Hautreizen u. s. w. Durch die Reflexion von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven vermittelst des Gehirns und Rückenmarkes heilen wir zuweilen örtliche Lähmungen einzelner Nerven, z. B. des N. facialis, die Ptosis palpebrarum durch Reizung der Gesichtsnerven u. s. w. Bei allen diesen seit langer Zeit erprobten Heilversuchen, die unter I. und II. erwähnt worden, zeigt sich jetzt schon die innigste Durchdringung unserer physiologischen und praktischen Kenntnisse. Welcher Fortschritt liegt in der Erkenntniss, dass man und warum man durch künstlich erregte Empfindungen wohlthätig auf Bewegungen wirken kann!

III. Sympathieen der paarigen Nerven. Dahin gehören vorzüglich die paarigen Sinnesnerven, wie die beiden Optici, die Acustici, die Olfactorii, und die Nerven des Ciliarsystems.

Bei einer primären Affection des einen Auges, wo die Reizung ursprünglich nur auf dieses eingewirkt hat, erfolgt zuweilen Er-

kranken des andern Auges an derselben Krankheit. Ist ein Auge durch Entzündung zerstört worden, so wird zuweilen auch das andere ergriffen und zerstört. Die Affectionen des innern Ohres bleiben nicht immer isolirt. Ist erst das eine Ohr taub geworden, so wird es auch oft das andere. Die Sympathieen der Bewegungsnerven des Auges und namentlich der Ciliarnerven sind bekannt genug. Die gleiche Oeffnung der Pupille beider Augen bei den verschiedensten äusseren Einflüssen auf das eine und andere, ist auch in der Gesundheit von dieser Sympathie bedingt. Diese Sympathieen der paarigen Nerven äussern sich sehr häufig in den sogenannten Neuralgien, in den schmerzhaften Affectionen der Nerven. In Folge des nervösen Gesichtsschmerzes auf der einen Seite wird zuweilen auch der entsprechende Nerve der andern Seite afficirt. Der Zahnschmerz, der seinen Grund in einem cariösen Zahne hat, wird nicht allein an der Stelle der Reizung, sondern zuweilen auch in dem entgegengesetzten paarigen Nerven gefühlt.

IV. Sympathieen der Bewegungsnerven unter einander. Die hieher gehörigen, äusserst zahlreichen Phänomene der Mitbewegungen, wodurch die Intention zu einer Bewegung auch andere Bewegungen unwillkürlich hervorruft, sind schon oben p. 587. erläutert und erklärt worden.

V. Sympathieen der Empfindungsnerven. Die Sympathieen der Empfindungsnerven zeigen uns vorzüglich drei Formen, welche bloss durch die Ausdehnung und Entfernung der in Consensus gezogenen Theile verschieden sind.

a. Im ersten Falle breitet sich eine heftige Empfindung, die an einer einzigen Stelle erregt worden, in Nerven derselben Art, oder in anderen Nervenfasern desselben Nerven aus; wie bei der durch eine ganz örtliche heftige Verbrennung entstehenden Irradiation der Empfindungen in die benachbarten Hautstellen. Die Erklärung dieser Erscheinungen ist schon oben bei der Lehre von der Irradiation behandelt worden.

b. Im zweiten Falle zieht der eine Empfindungsnerve einen Empfindungsnerven anderer Art, aber in demselben Organe in Affection. Diese Art von Sympathie beobachten wir vorzüglich zwischen den eigentlichen Sinnesnerven und den sogenannten Hülfsnerven der Sinnesorgane. Ausser den eigenthümlichen Sinnesempfindungen eines Sinnesorganes kommen nämlich in jedem Sinnesorgane auch noch die allgemeinen Empfindungen des Gefühls für Widerstand, Wärme, Kälte, Wollust, Schmerz in ihm, aber durch andere Nerven vor. Im Auge ist der N. opticus nur der Lichtempfindung, nach Magendie nicht der Gefühlsempfindung fähig; dagegen besitzt das Auge in den Zweigen vom ersten Aste des N. trigeminus, die sich in der Conjunctiva verbreiten, und in den Ciliarnerven auch Gefühlsempfindung; diese sind also die Hülfsnerven des Auges. Das Gehörorgan besitzt ausser dem N. acusticus, die vom N. facialis, glossopharyngeus, sympathicus, Ram. secundus und tertius N. trigemini und Ganglion oticum, in der Trommelhöhle sich verbreitenden Hülfsnerven, wovon ausführlicher in der speciellen Physiologie der einzelnen Nerven.

Von diesen in der Schleimhaut der Trommelhöhle sich verbreitenden Nerven, und von den zahlreichen Nerven des äussern Ohrs und äussern Gehörganges rührt offenbar die Gefühlsempfindung des Gehörorganes her. Die Nase ist nicht allein der Sitz des Geruchs durch die Geruchsnerven, welche nach Magendie keiner Gefühlsempfindung fähig sind, sondern auch lebhafter Gefühlseindrücke durch die N. nasales vom zweiten Aste des N. trigeminus fähig, wohin die Empfindungen von Widerstand, Wärme, Kälte, Kitzel, Schmerz u. s. w. in der Nase gehören. Die Zunge ist sowohl der Geschmacksempfindung als der Gefühlsempfindung fähig, wie jedem bekannt ist.

In jedem Sinnesorgane kann die eine Art dieser Empfindungen aufgehoben sein, während die andere verharrt. Die Sinnesnerven und Gefühlsnerven der Sinnesorgane sind nun einer sehr lebhaften sympathischen Action fähig. Hieher hat man unter anderen auch die nach Verletzung des N. frontalis zuweilen beobachtete Blindheit gerechnet, von der es jedoch noch zweifelhaft ist, ob sie hieher gehört. Man glaubte, dass die Verletzung des Nervus frontalis auf den Stamm des Nervus ophthalmicus zurückwirke, der auch den N. naso-ciliaris abgiebt, welcher letztere die lange Wurzel des Ganglion ciliare bildet. Allein die Ciliarnerven können nicht die Retina lähmen, mit welcher sie in keiner Verbindung stehen. Viel naturgemässer scheint mir die consecutive Blindheit nach Contusionen der Stirngegend von der Erschütterung des Auges und Sehnervens erklärt zu werden. Diese Bedenken werden vollends bestärkt durch die Kritik, welcher Ph. v. Walther die älteren Angaben über die Amaurose von Verletzung der Superciliarnerven unterworfen hat. *Journ. f. Chirurgie u. Augenheilkunde* **29.** *Bd. Berlin* **1840.** *p.* **505.** Es wird dort bewiesen, dass keine sicheren Beobachtungen vorhanden sind, oder dass das Factum selbst völlig unsicher ist; und es wird nur als möglich aufgestellt, dass traumatische Verletzungen der Superciliarnerven, nach dem, was überhaupt im Nervensystem möglich ist, mittheilend auch die Ernährung im Auge betheiligen können.

Viele andere Erscheinungen zeigen uns aber unzweideutige Beweise von Wechselwirkung der Sinnesnerven, wie die Empfindung des Kitzels in der Nase nach dem Sehen in die Sonne, die Empfindungen von Schauder, Rieseln nach gewissen Tönen u. s. w. bezeugen. Wie diese Erscheinungen zu erklären sind, ist nach den in der Mechanik der Nerven aufgestellten Grundsätzen nicht zweifelhaft.

Dasselbe, was von dem Verhältniss der Sinnesnerven zu ihren Hülfsnerven bemerkt wurde, gilt von den entfernteren Sympathieen der Sinnesorgane mit den Abdominaleingeweiden. Man hat zuweilen in Störungen der Verrichtungen der Unterleibseingeweide Amblyopie, Ohrenbrausen u. s. w. beobachtet; auch diese Wechselwirkungen erklären Viele durch den Antheil des N. sympathicus an den Verrichtungen der Sinnesorgane, da doch diese Erscheinungen viel leichter aus der Impression, welche die Veränderungen der Unterleibsnerven auf die Centralorgane machen,

und aus der Rückwirkung der letzteren auf die Sinnesorgane erklärt werden. Man kann diese Veränderungen der Sinnesorgane in Unterleibskrankheiten nicht so isolirt betrachten; oft zeigt sich das ganze Nervensystem mit alterirt; hartnäckige Cephalalgieen sind der Affection der Sinnesorgane vorausgegangen oder noch vorhanden, das Gemeingefühl der gesammten Sensationsnerven, der Rückenmarksnerven ist alterirt.

Nachdem wir die verschiedenen Formen der Sympathieen zergliedert haben, ist es nöthig, noch einen Blick auf die Anwendung zu werfen, welche die Therapie von den Sympathieen macht. Die Lehre von der Statik des Consensus belehrt uns, wie wir uns hüten müssen, den krankhaften Zustand des Organes *A* durch Wirkungen auf das Organ *B* zu verstärken; sie zeigt uns aber auch die Mittel, den Zustand des unzugänglichen Organes *A* durch angemessene Veränderung des Organes *B* mit zu verändern. Die hieher gehörigen Heilmethoden haben den Namen der Ableitung und Gegenwirkung erhalten, indem sie durch die künstliche Veränderung des einen Organs einen Zustand in einem andern Organe zu entfernen beabsichtigen. Die hieher gehörigen Fälle sind folgende:

1) Erhöhung der Thätigkeit des krankhaften Theiles *A* durch künstliche Erhöhung der Thätigkeit des sympathischen Theiles *B*.

2) Verminderung der Irritation des Theiles *A* durch Erschlaffung des sympathischen Theiles *B*.

Dieser Erfolg darf am meisten bei den Nervensympathieen erwartet werden, besonders überall, wo die Gesetze der Reflexion von Empfindungsnerven auf das Gehirn und Rückenmark, und von dort wieder auf die motorischen Nerven in Betracht kommen. Die ganze peripherische Ausbreitung der Hautnerven giebt dem Arzt ein grosses Feld der mittelbaren Einwirkung auf das Gehirn und Rückenmark. So erhöht die Thätigkeit der peripherischen Nervenenden in der Haut durch Friction, Electricität, Moxen, kalte Bäder, Senfteige u. s. w. erzeugt, die Thätigkeit der Centralorgane; die Erschlaffung der peripherischen Nervenenden in der Haut durch laue Bäder wirkt besänftigend auf die Irritation der Centralorgane.

3) Verminderung der krankhaften Absonderung des Theiles *A* durch Vermehrung der Absonderung des Theiles *B*, oder durch Erzeugung einer ähnlichen Absonderung in dem Theile *B*. In diesem Falle ist die Wirkung ganz die entgegengesetzte des vorhergehenden Falles. Dort erzeugte die Wirkung auf *A* die gleiche in *B*. Hier erzeugt die Wirkung auf *A* die entgegengesetzte in *B*. Dieser Widerspruch erklärt sich aus dem schon früher erläuterten Antagonismus der verschiedenen Absonderungen. Jede Vermehrung der Absonderung muss als Entziehung aus der Masse der Säfte betrachtet werden, und modificirt also das Gleichgewicht der Vertheilung der Säfte. Auf diese Art ist die Wirkung der Blasenpflaster, Fontanellen bei der Disposition innerer Theile zu krankhaften Ablagerungen, die Wirkung der Diuretica bei den Wassersuchten u. a. zu betrachten. Es ist nur zu bemerken, dass eine künstliche Absonderung auf einer

Schleimhaut die krankhafte einer andern Schleimhaut, also desselben Gewebes, nicht leicht vermindert, weil innerhalb desselben Gewebes ähnliche Zustände sich zu verstärken streben. Vgl. p. 651.

4) Verminderung der Congestion von Blut in dem Organe *A* durch eine künstlich erregte Congestion *B*; wie bei der Wirkung der heissen Fussbäder. Dieser Fall gleicht dem vorhergehenden und widerspricht den beiden ersten; erklärt sich aber auf dieselbe Weise.

5) Verminderung des Zustandes *x* in dem Theile *A* durch künstliche Erzeugung eines davon verschiedenen Zustandes *y* in dem Theile *B* desselben Gewebes. Eine Methode, der wir uns häufig mit dem grössten Erfolge bedienen. Absonderung und Entzündung sind besonders in einem absondernden Theile fast als entgegengesetzte Zustände zu betrachten. Die Entzündung hebt immer die natürlichen Absonderungen auf. Daher die Entzündung der Schleimhaut des Rachens mit Erfolg durch künstlich erregte Diarrhoe behandelt wird. Es lässt sich diese Methode eben so auf verschiedene Gewebe anwenden. Eine Diarrhoe vermindert die Congestion zu dem Kopfe. Dieser Fall gehört jedoch dann schon unter das bei 4. aufgestellte Verhältniss.

6) Verminderung des Zustandes *x* in dem Organe *A* durch Erzeugung desselben Zustandes *x* in dem Organe *B*. Dieser Fall scheint den meisten vorher ausgeführten zu widersprechen, und ist die Erklärung desselben sehr schwer. Wollte man ganz in der Nähe eines entzündeten Theiles eine künstliche Entzündung bewirken, so würde die erste dadurch nicht vermindert, sondern vermehrt werden, zumal in Theilen desselben Gewebes, welche Affinität zur Mittheilung haben. Und dennoch beschränkt zuweilen eine in einer gewissen Entfernung von dem entzündeten Organe *A* erregte Entzündung des Organes *B* die erstere. Man behandelt Augenentzündungen durch künstlich erregte Hautentzündungen in einiger Entfernung vom Auge. Man erregt Hautentzündungen in Gelenkkrankheiten u. s. w. Der Erfolg dieser Methode scheint zu beweisen, dass zwischen den Reizungszuständen der Capillargefässe zweier Organe, besonders wenn sie verschiedenen Gewebes sind, nicht dasjenige Reflexionsverhältniss herrscht, welches wir so deutlich in den unter 1. und 2. erläuterten Fällen zwischen peripherischen und centralen Theilen beobachten, wo die Reizung der peripherischen Nervenzweige die Reizung der Centralorgane nicht aufhebt, sondern auch die Thätigkeit der letzteren erhöht.

IV. Abschnitt. Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven.

I. Capitel. Von den Sinnesnerven.

Man hat die Nerven immer als Leiter für die Wechselwirkung unserer Organe mit der Aussenwelt angesehen, und so betrachteten die Aerzte die Sinnesnerven als blosse Leiter für die Qualitäten der äusseren Dinge, so dass die Nerven gleichsam passiv die Eigenschaften der Körper dem Bewusstsein überbringen sollten, ohne etwas an den Eindrücken von diesen Qualitäten zu verändern. In der neuern Zeit haben die Physiologen angefangen, diese Vorstellungen von passiver Leitung der Eindrücke durch die Nerven zu analysiren. Sind die Nerven bloss passive Leiter für die Eindrücke des Lichtes, der Tonschwingung, der Riechstoffe: wie kommt es, dass derjenige Nerve, welcher die Riechstoffe riecht, nur für diese Art von Eindrücken empfänglich ist, für andere nicht, und dass ein anderer Nerve hinwieder die Riechstoffe nicht riechen kann; dass der Nerve, welcher die Lichtmaterie oder die Oscillationen derselben empfindet, die Oscillationen der schallleitenden Körper nicht empfindet, und der Gehörnerve für das Licht, der Geschmacknerve für die Gerüche unempfindlich ist, der Gefühlsnerve die Schwingungen der Körper nicht als Ton, sondern als Gefühl von Erzitterungen empfindet. Diese Betrachtungen haben die Physiologen genöthigt, den einzelnen Sinnesnerven eine specifische Empfänglichkeit für gewisse Eindrücke zuzuschreiben, vermöge welcher sie nur Leiter für gewisse Qualitäten, nicht aber für andere sein sollten.

Die Vergleichung der Thatsachen mit dieser Erklärung, an welcher man noch vor 10 und 20 Jahren nicht im geringsten zweifelte, zeigte aber bald, dass sie unbefriedigend ist. Denn dieselbe Ursache kann auf alle Sinnesorgane zugleich einwirken, wie die Elektricität; alle sind dafür empfänglich, und dennoch empfindet jeder Sinnesnerve diese Ursache auf eine andere Art; der eine Nerve sieht davon Licht, der andere hört davon einen Ton, der andere riecht, der andere schmeckt die Elektricität, der andere empfindet sie als Schmerz und Schlag. Ein Nerve sieht von mechanischem Reiz ein leuchtendes Bild, der andere hört davon Brausen, der andere empfindet Schmerz. Der vermehrte Reiz des Blutes erregt in dem einen Organe spontane Lichtempfindungen, in dem andern Brausen, in dem andern Kitzel, Schmerz u. s. w. Wer die Nothwendigkeit fühlte, die Consequenzen dieser Thatsachen durchzudenken, musste einsehen, dass die specifische Empfänglichkeit der Nerven für gewisse Eindrücke nicht hinreicht, da alle Sinnesnerven für dieselbe Ursache empfänglich, dieselbe Ursache anders empfinden; und so lernten Einige einsehen, dass ein Sinnesnerve kein bloss passiver Leiter

ist, sondern dass jeder eigenthümliche Sinnesnerve auch gewisse unveräusserliche Kräfte oder Qualitäten hat, welche durch die Empfindungsursachen nur angeregt und zur Erscheinung gebracht werden. *Die Empfindung ist also nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äusseren Körper zum Bewusstsein, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes unserer Nerven zum Bewusstsein, veranlasst durch eine äussere Ursache.* Wir empfinden nicht das Messer, das uns Schmerz verursacht, sondern den Zustand unserer Nerven schmerzhaft; die vielleicht mechanische Oscillation des Lichtes ist an sich keine Lichtempfindung; auch wenn sie zum Bewusstsein kommen könnte, würde sie das Bewusstsein einer Oscillation sein: erst dass sie auf den Sehnerven als den Vermitteler zwischen der Ursache und dem Bewusstsein wirkt, wird sie als leuchtend empfunden; die Schwingung der Körper ist an sich kein Ton: der Ton entsteht erst bei der Empfindung durch die Qualität des Gehörnerven, und der Gefühlsnerve empfindet dieselbe Schwingung des scheinbar tönenden Körpers als Gefühl der Erzitterung. Wir stehen also bloss durch die Zustände, welche äussere Ursachen in unseren Nerven erregen, mit der Aussenwelt empfindend in Wechselwirkung.

Diese Wahrheit, welche sich aus einer einfachen und unbefangenen Zergliederung der Thatsachen ergiebt, führt uns nicht allein zur Erkenntniss der eigenthümlichen Kräfte der verschiedenen Empfindungsnerven, abgesehen von ihrem allgemeinen Unterschiede von den motorischen Nerven, sondern zeigt uns auch den Weg, eine Menge von irrthümlichen Vorstellungen über die Fähigkeit der Nerven, einander zu ersetzen, aus der Physiologie ein- für allemal zu verbannen. Man weiss längst, dass Blinde die Farben mit den Fingern *nicht* als Farben erkennen können; aber wir sehen nun die Unmöglichkeit davon aus Thatsachen ein, welche erklärend für viele andere Thatsachen sind. Wie sehr sich auch das Gefühl der Finger bei einem Blinden durch Uebung steigern mag, es bleibt immer Qualität der Gefühlsnerven, Gefühl.

Hieraus widerlegen sich auch die oft noch gangbaren Vorstellungen von Compensation des N. opticus durch den N. trigeminus, des N. olfactorius durch denselben u. dergl.

Einigen Thieren mit Augen hat man den N. opticus abgesprochen, und die Gesichtsempfindung durch den Ram. ophthalmicus n. trigemini geschehen lassen, wie beim Maulwurf und Proteus anguinus. Diess beruht indess beim Maulwurf auf nicht hinreichend genauer Untersuchung, und wahrscheinlich ist es eben so beim Proteus. Der Maulwurf besitzt einen ungemein feinen Sehnerven und ein sehr zartes Chiasma n. opticorum, wie mir Dr. Henle gezeigt hat. Von den Cetaceen hat man gesagt, dass der Geruchsnerve, welcher nach Blainville, Mayer, Treviranus äusserst fein und rudimentär, aber doch vorhanden ist (Treviranus *Biologie V.* 342.), durch die Nasaläste des N. trigeminus ersetzt werde. Wie wenig diese Annahme gerechtfertigt ist, geht aus der Bemerkung hervor, dass wir nicht den entferntesten Beweis haben, dass die Cetaceen riechen. Magendie glaubte

zeigen zu können, dass der N. olfactorius gar nicht Geruchsnerve sei, und dass der Geruch den N. nasales des N. trigeminus zugetheilt werden müsse. *Journ. de physiol. T. IV.* 169. Er bemerkte, dass die Zerstörung der Geruchsnerven die Empfindung für Essigsäure, flüssiges Ammonium, Lavendelöl, Dippelsöl, welche in die Nase gebracht worden, nicht aufhebt, indem die Thiere die Nase mit den Füssen rieben und niessten. Diess beweist, wie Eschricht (*Diss. de funct. primi et quinti paris in olfactorio organo.* Magendie *Journ. de physiol. T. VI. p.* 339.) zeigt, und jeder leicht einsieht, dass die Geruchsnerven eben nur die Geruchsnerven und nicht die Gefühlsnerven der Nase sind. Denn alle die genannten Stoffe erregen auch das allgemeine Gefühl der Nasenschleimhaut, welches von den Nasalästen des N. trigeminus abhängt. Fleisch erregt nur die Geruchsempfindung, und hier gesteht Magendie selbst, dass, wenn einem Hunde ein in Papier gewickeltes Stück Fleisch hingelegt wurde, nachdem ihm die N. olfactorii zerstört worden, er diess nicht bemerkte. Dass der Geruch bei Mangel der Geruchsnerven oder nach Zerstörung derselben bei Menschen fehlte, haben die Fälle von Rudius, von Rolfink, Magnenus und Oppert, von Balonus, Loder und Serres gezeigt. Vergl. Eschricht a. a. O. Backer *comment. ad quaest. physiol. Traject.* 1830. Dagegen wollen Mery, Berard bei Verhärtung der Geruchsnerven oder der vorderen Lappen des Gehirns Geruch bemerkt haben. Mery *hist. de l'anat. et chirurg. par* Portal. *T. III. p.* 603. Magendie *Journal. T. V.* 17. Aber wer steht uns dafür, dass diese Männer sich nicht eben so, wie Magendie getäuscht, und die Gefühlsempfindungen der Nase mit den Geruchsempfindungen verwechselt haben.

Sonst nahm man an, dass der Gehörnerve bei den Fischen von dem N. trigeminus ersetzt werde. Noch Scarpa und Cuvier glaubten diess. Diess haben Treviranus und E. H. Weber widerlegt. Bei einigen Fischen geht nach Weber (*de aure et auditu. Lips.* 1820.) ein Faden vom N. trigeminus zum N. acusticus, wie bei Silurus glanis und Muraena anguilla. Es giebt aber nach Weber einen Hülfsnerven des Gehörorganes, der bald selbstständig vom Gehirn, bald vom N. trigeminus oder vom N. vagus zu entspringen scheint, und zur Ampulla des hinteren Kanales und zum Sacke geht. Die Rochen haben einen vom Gehirn selbst entspringenden N. accessorius nervi acustici. Nach Buechner (*mém. de la soc. d'hist. nat. de Strasb. T. II. livr.* 2.) ist der N. acusticus accessorius einiger Knochenfische für den Steinsack und die hintere Ampulle auch nicht ein Ast anderer Nerven, sondern ein besonderes Bündel aus der Medulla oblongata. Bei den Petromyzon beobachteten Schlemm und D'Alton einen N. acusticus accessorius zum Labyrinth aus dem Facialis, denselben beobachtete ich bei den Myxinoiden. Man muss auf die Beobachtung, dass der Nervus acusticus accessorius zuweilen von anderen Nerven entspringt, auch nicht zu viel Werth legen. Diess ist wohl nur ein juxtaponirtes Fortgehen ganz verschiedener Fasern, so wie wir in dem N. lingualis des Menschen, welcher wirklich Geschmacks- und Gefühlsnerve der Zunge zugleich ist, das Zu-

sammenliegen ganz verschiedener Geschmacks- und Gefühlsfasern voraussetzen müssen. Daher geht auch aus der von Treviranus (Tiedemann's *Zeitschrift. V.*) beobachteten Varietät für die Physiologie nichts hervor, dass nämlich bei einigen Vögeln der N. vestibuli ein Ast des N. facialis sein soll. Bei der Gans ist der N. vestibuli ein Ast des eigentlichen N. acusticus, und der N. facialis geht nur dicht über ihn hin. Was könnte überhaupt eine Juxtaposition von functionell verschiedenen Fasern in einer Scheide für die Physiologie beweisen?

Der Geschmacksnerve scheint nie als besonderer Nerve aufzutreten, und seine Fasern vielmehr nur in anderen Nerven eingeschlossen zu sein.

Nach Verletzung des N. trigeminus in Krankheiten hat man Verlust des Geschmacks beobachtet. Parry *Elem. of pathol. and therap. V.* 1. Aehnliche Beobachtungen sind von Bishop und Romberg angestellt. Siehe *Arch. für Anat. und Physiol.* 1834. 132. *u.* 1838. 305. Man hat aber auch schon das Gegentheil wahrgenommen, Verlust des Gefühls in der Zunge bei Empfindungslosigkeit im Bereich des Trigeminus überhaupt und mit Gegenwart des Geschmacks in der Zunge. Vogt *im Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1840. *p.* 72. Fror. *n. Not. XIX.* 1841. *p.* 288. Auch die Resultate der physiologischen Experimente widersprechen sich. Magendie beobachtete Verlust des Geschmacks nach Durchschneidung des Lingualis, damit stimmen auch die Versuche von Mayo und diejenigen, welche ich, Gurlt und Dr. Kornfeld anstellte.

Nach Panizza (*Richerche sperimentali sopra i nervi. Pavia* 1834.) dauert hingegen der Geschmack der Thiere nach Durchschneidung des N. lingualis fort, indem sie Brot, Milch, Fleisch mit Coloquinten oder Quassia zwar zu fressen versuchen, aber sie sogleich verschmähen, während sie nach Durchschneidung des N. glossopharyngeus auch Bitterkeit verschlucken. Panizza betrachtet daher den N. lingualis als blossen Gefühlsnerven, den N. glossopharyngeus als Geschmacksnerven. Diese Angabe ist von Valentin (*de funct. nerv. cerebr.*) und Bruns bestätigt.

Jedenfalls kann der N. glossopharyngeus kein blosser Empfindungsnerve sein; denn seine Wurzel ist gemischt, zum Theil gangliös, zum Theil nicht gangliös und er verbreitet sich zum Theil in einem blossen Muskel, im M. stilopharyngeus und bei Reizung seiner Wurzel entsteht Zuckung desselben. *p.* 567.

In den Versuchen von Gurlt, Kornfeld und mir war nach Durchschneidung des N. glossopharyngeus ganz deutlicher Geschmack vorhanden. Dergleichen Versuche sind sehr schwierig und es sind mancherlei Täuschungen dabei möglich. Pferde und Hunde fressen das mit den grössten Bitterkeiten impraegnirte Futter, selbst wenn alle ihre Nerven unversehrt sind, sobald sie hungrig sind. Nicht daran, dass sie Bitteres fressen, sondern daran, wie sie es fressen, kann man den Mangel oder das Vorhandensein des Geschmacks erkennen. Siehe Kornfeld *de functionibus nervorum linguae experimenta. Berol.* 1836. Alcock's Versuche (*Lond. med. gaz.* 1836. *Nov.*) hatten kein entschiedenes

Resultat. Der Geschmack für Bitteres war nach Durchschneidung des Glossopharyngeus verloren, nach Durchschneidung des Lingualis fehlte er nur am vordern Theil der Zunge. Wahrscheinlich sind beide Nerven am Geschmack betheiligt.

Der N. lingualis ist übrigens auch der Gefühlsempfindung fähig und von ihm hängen wie zugleich vom N. glossopharyngeus die Tast- und Gefühlsempfindungen der Zunge ab. Die Durchschneidung des N. lingualis ist sehr schmerzhaft, wie Magendie, Desmoulins und ich beobachteten. Vielleicht sind besondere Fasern für die Geschmacksempfindungen und Gefühlsempfindungen im N. lingualis juxtaponirt. Zum Gefühlsantheil kann jedenfalls die Chorda tympani gerechnet werden.

Die Geschmacksfasern können sich sehr verschiedenen Nerven anschliessen. Bei den Vögeln ist der Geschmacksnerve ein Ast des Nervus glossopharyngeus, bei den Fröschen ein Ast des Nervus vagus.

Nach der Durchschneidung des Stammes des Nervus trigeminus in der Schädelhöhle will Magendie bemerkt haben, dass fast alle Sinnesfunctionen aufgehört haben. *Journ. de physiol. IV.* 302. Dass das Sehvermögen erloschen sein sollte, schloss Magendie daraus, dass das Thier das Licht der Lampe nicht bemerkte. Allein Kaninchen reagiren hiergegen oft nicht, ohne dass man den Nervus trigeminus darum zu zerschneiden braucht. Auch gesteht Magendie selbst, dass beim Einfallen von Sonnenlicht in einen dunkeln Raum die Augenlieder des Thieres sich schlossen, und noch deutlicher bemerkte man diess, als das Licht durch eine Linse gesammelt ins Auge einfiel. Magendie beweist nun durch Experimente an Thieren, was wir leider aus so vielen Erfahrungen an Menschen wissen, dass nach der Lähmung des N. opticus der N. trigeminus nicht das Licht empfinden kann; allein Magendie meint, die Sensibilität des N. trigeminus sei wenigstens behülflich und nöthig für die volle Sehkraft des Nervus opticus. Magendie glaubte auch, dass der N. trigeminus zum Hören nöthig sei. Wenn ein Thier nach Durchschneidung eines so ungeheuren Nerven, als der N. trigeminus ist, nicht sogleich noch für andere Reizversuche aufgelegt ist, so beweist diess nichts weiter, als eine sehr grosse vorausgegangene Verletzung. Wir wissen ja, dass nach Durchschneidung grosser Nervenstämme, wie des N. opticus selbst, schlimme Nervenzufälle entstanden sind. Nach meiner Ansicht hat der N. trigeminus durchaus keinen Einfluss weder auf das Sehen, noch das Hören und Riechen. Bei einem Epileptischen, der an einer Augenentzündung und Verdunkelung der Cornea rechter Seite litt, und bei dem das Sehen auf diesem Auge aufhörte, hernach auch die Augenlieder, Nase und Zunge rechts unempfindlich und das rechte Ohr taub wurden, das Zahnfleisch scorbutisch wurde, beobachtete Serres eine Entartung der Portio major N. trigemini bis zur Pons Varolii. Magendie *Journ. de physiol. V.* 232. Allein die Blindheit war eine Folge der Verdunkelung der Cornea. Alle übrigen Veränderungen der Sinne werden mit den Convulsionen der rechten Seite aus der Degeneration

des Gehirns erklärbar. Die Consequenzen aus diesem Falle werden übrigens ganz durch einen andern Fall von Entartung des ganzen Stammes des N. trigeminus widerlegt, in welchem Unempfindlichkeit der ganzen linken Kopfseite, der Nase, Zunge, des Auges, bei vollem Sehvermögen stattfand. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1834. p. 132.

II. Capitel. Von den Eigenthümlichkeiten anderer Nerven.

Augennerven.

Eine besondere Betrachtung verdient der Einfluss des N. oculomotorius und nasociliaris auf die Iris. Desmoulins führt an, dass nach den Erfahrungen von Fowler, Reinhold und Nysten der Galvanismus durch das dritte Paar Contraction der Iris bewirke. Dass der N. oculomotorius durch die kurze Wurzel des Ganglion ciliare die Bewegungen der Iris bestimmt, und dass die lange Wurzel vom N. nasociliaris trigemini hieran keinen Antheil hat, ist durch Mayo's schöne Untersuchungen erwiesen. *Anatomical and physiological commentaries. London* 1823. Magendie *Journal de Phys. T.* 3. *p.* 348.

Folgendes sind die Resultate der Versuche an 13 lebenden Tauben angestellt, von denen wir aus Muck (*De ganglio ophthalmico. Landish.* 1815.) wissen, dass sie zwei Wurzeln des Ganglion ciliare, eine vom N. oculomotorius, die andere vom N. trigeminus haben.

1) Die Durchschneidung des N. opticus in der Schädelhöhle bewirkt die Erweiterung der Pupille, die sich nicht mehr zusammenzieht, ohngeachtet des heftigen Lichtreizes. Auch Magendie sah nach Durchschneidung des N. opticus bei Hunden und Katzen Erweiterung der Pupille, und Unbeweglichkeit der Iris. Dagegen bei Kaninchen und Meerschweinchen Unbeweglichkeit und Verengung.

2) Die Section des N. oculomotorius im Schädel einer lebenden Taube bewirkt denselben Erfolg; in beiden Fällen, sowohl nach der Durchschneidung des N. opticus als des N. oculomotorius, behält das Auge seine Sensibilität auf der Oberfläche.

3) Die Section des N. trigeminus in der Schädelhöhle bewirkt keine Veränderung in den Bewegungen der Iris, aber die Oberfläche des Auges verliert ihre Sensibilität (durch die Aeste des N. ophthalmicus, die sich in der Conjunctiva verbreiten).

4) Wenn man den N. opticus in der Schädelhöhle einer lebenden Taube, oder unmittelbar nach der Decapitation mechanisch reizt, zieht sich die Iris jedesmal mit Verkleinerung der Pupille zusammen. (Ist auch von Flourens gesehen.)

5) Wenn man den N. oculomotorius auf dieselbe Art zerrt, hat dasselbe statt.

6) Wenn man das fünfte Paar zerrt, erfolgt keine Veränderung der Pupille.

7) Wenn man die Sehnerven in der Schädelhöhle einer Taube unmittelbar nach der Decapitation durchschneidet, und den Theil der Sehnerven zerrt, der mit dem Auge verbunden ist, erfolgt keine Veränderung der Pupille; wenn man dagegen den Theil des Sehnerven zerrt, der mit dem Gehirn verbunden ist, so erfolgt Verengung der Pupille, eben so als wenn der Nervus opticus nicht durchschnitten wäre.

8) Die Section des fünften Paares bewirkte keine Modification in diesem Erfolge.

9) Nach der Section des dritten Paares im Gegentheil hat die Reizung des Nervus opticus, sei er noch ganz oder durchschnitten, gar keinen Einfluss auf die Pupille.

Aus diesen Versuchen kann man mit Sicherheit schliessen, dass der N. oculomotorius die motorische Kraft dem Ganglion ciliare und den Ciliarnerven ertheilt, dass der Lichtreiz nicht unmittelbar auf die Ciliarnerven wirkt, sondern dass die Irritation der Netzhaut, des Sehnervens auf das Gehirn wirkt, und vom Gehirn auf den N. oculomotorius und die kurze motorische Wurzel des Ganglion ciliare zurückwirkt. Diess geht auch aus der bekannten Erfahrung hervor, dass das amaurotische Auge, wo die Netzhaut gelähmt ist, die Beweglichkeit der Iris durch Lichtreiz auf das amaurotische Auge verloren hat, dass die Iris dieses Auges sich aber bewegt, wenn das Licht auf das andere gesunde Auge einfällt. Es folgt ferner aus Mayo's Versuchen, dass die allgemeine Sensibilität des Auges vom Nervus trigeminus abhängt, der durch die Zweige des Nervus ophthalmicus die Sensibilität der Conjunctiva, durch die lange Wurzel des Ganglion ciliare die Sensibilität im innern Auge bewirkt. Die sympathischen Zweige beherrschen die Ernährung des Auges; wir haben schon gesehen, wie der Nervus sympathicus durch seine Verbindung mit dem Ganglion ciliare Einfluss auf die Ernährung des Auges hat, und nach der Zerstörung des Ganglion cervicale supremum Augenentzündung mit Exsudation folgt. Die Section des Nervus trigeminus hat bei den Kaninchen, Meerschweinchen, Hunden, Katzen, nach Magendie's Versuchen Unbeweglichkeit der Iris zur Folge; und die Pupille ist bei den Hunden und Katzen weit, eng bei den Kaninchen und Meerschweinchen. Desmoulin's *Anat. des syst. nerv. T.* 2. *p.* 712. Hier muss eine Rückwirkung auf das Gehirn stattfinden.

Ueber die associirte Bewegung der Iris durch den Oculomotorius. S. oben p. 587. Bei der Bewegung der Augen durch den Oculomotorius bewegt sich die Iris mit. S. oben p. 587. Am leichtesten tritt die Verengerung der Pupille ein bei der Einwärtswendung eines Auges, und sie erfolgt in beiden Augen, wenn auch das eine Auge seine Stellung nicht ändert.

Da man nun beim Sehen in der Nähe die Augenachsen convergirt, und die Augen mehr nach innen dreht, beim Sehen in die Ferne mehr von einander entfernt, so wird die Pupille beim Sehen in der Nähe viel enger, beim Sehen in die Ferne viel weiter.

Die Bewegungen der Iris bei den Vögeln sind nicht gerade

mehr willkührlich als die unseren; die Pupille der Vögel wird sehr eng, wenn man auf sie zugeht und sie in Leidenschaften setzt.

Der Musculus obliquus inferior rollt das Auge so, dass die Pupille nach oben und einwärts steht. Macht man diese Bewegung willkürlich, so wird die Pupille sehr eng. Diese Bewegung des Auges wird von selbst unwillkürlich im Einschlafen, im Schlaf und in Nervenzufällen ausgeführt; daher findet man im Schlafe die Pupille eng.

Die im Schlafe verengerte Pupille kann sich übrigens durch die Reizung des Lichtes noch enger zusammenziehen, wie Hawkins bei Mayo aus Beobachtungen berichtet. Beim Erwachen wird die Pupille mit einigen unregelmässigen Contractionen wieder weiter.

Die vergleichende Anatomie bestätigt im Allgemeinen die physiologischen Resultate. Die Ciliarnerven bestehen constant aus Zweigen des N. oculomotorius und des N. nasalis; die hiebei stattfindenden vergleichend anatomischen Verschiedenheiten sind in den frühern Auflagen dieses Werkes zusammengestellt.

Ausser dem Musculus rectus externus bei den Säugethieren verbreitet sich der Nervus abducens auch im Musculus suspensorius und bei den Vögeln in den Muskeln der Nickhaut.

Bei den Cetaceen giebt der N. trigeminus nach Rapp und Bruns auch Augenmuskelzweige. Dasselbe geschieht nach Schlemm und D'Alton bei Petromyzon.

Die Petromyzon haben nach Schlemm und D'Alton nur zwei besondere Augenmuskelnerven, den N. oculomotorius und trochlearis, welche sich in der Augenhöhle verbinden.

Den Myxinoïden fehlen der 3., 4. und 6. Hirnnerve mit den Augenmuskeln ganz

Einfluss des Gehirns auf die Augennerven. Desmoulins und Magendie berichten, dass nach Section des Pedunculi cerebelli ad pontem bei den Säugethieren das Auge der verletzten Seite vorwärts und abwärts, das Auge der andern Seite aufwärts und rückwärts gerichtet wird. Dasselbe Resultat fand sich nach der Section der Pons Varolii.

Nervus trigeminus.

Bei den Schlangen und Eidechsen sehe ich den ersten Ast des N. trigeminus unabhängig vom zweiten und dritten Ast sein Ganglion bilden. Bei mehreren Thieren enthält der erste Ast des Trigeminus Augenmuskelzweige, so bei den Cetaceen nach Rapp und Bruns, bei den Petromyzon nach Schlemm und D'Alton, beim Frosch nach Volkmann. Muell. *Archiv.* 1837. *LVII. LXXIX.* 1838. 76.

Bei den Zitterrochen wird der vordere Theil des elektrischen Organes auch von einem Aste des N. trigeminus versehen, während die Hauptnerven dieser Organe Aeste des Nervus vagus sind. Bei den Rochen geht ein Ast des Nervus trigeminus zu der Ausstrahlung der Schleimröhren unter der Haut. Bei dem Karpfen erhält der N. vagus und der letzte Hirnnerve, welcher

zu den Muskeln der Brustflosse geht, nach Weber's Untersuchungen auch einen Antheil vom N. trigeminus. Weber, Meckel's *Archiv.* 1827. p. 313. Auch fand Weber bei Gadus lota einen Ast des N. trigeminus zur Kehlflosse.

E. H. Weber hat die Entdeckung gemacht, dass mehrere Fische neben dem gewöhnlichen N. lateralis, der ein Ast des N. vagus, an der Seite des Fisches oberflächlich in den Rumpfmuskeln bis zum Schwanz verläuft, auch noch einen andern Längsnerven vom N. trigeminus haben. Dahin gehören der Wels und die Aalraupe. Weber *de aure et auditu. Lips.* 1820. Meckel's *Archiv.* 1827. p. 304. Dieser N. lateralis trigemini verbindet sich auf das innigste mit den Spinalnerven, was der N. lateralis vagi nicht thut.

Nervus facialis.

In dem Grade, als bei den Thieren die Gesichtsmuskeln und der physiognomische leidenschaftliche Ausdruck abnehmen, wird auch dieser Nerve kleiner. Bei den Thieren mit beweglichem Rüssel ist der N. facialis zum Rüssel sehr stark und beim Elephanten der Ast des N. facialis zum Rüssel so stark, wie der N. ischiadicus des Menschen, während die Aeste vom fünften Paare an das tastende Endstück des Rüssels gehen. Die beweglichen Barthaare der Thiere erhalten die Nervenfäden ihrer Muskeln von dem N. facialis, während das Gefühl der Haarbälge von dem N. infraorbitalis abhängt. Bell *expos. du syst. nat. des nerfs.* p. 55. Vergl. Rapp a. a. O. Bei den Vögeln hat der N. facialis als physiognomischer Nerve aufgehört. Nur bei mehreren Vögeln mit beweglichen Ohrfedern, und zur Aufrichtung der Halsfedern durch den Halsmuskel ist er physiognomisch noch von Bedeutung, und der Weg zum Ausdrucke der Leidenschaften; sonst verbreitet er sich nur mehr in den Muskeln, die er beim Menschen ausser den Gesichtsmuskeln versieht, den Muskeln, welche die Kinnlade abziehen und das Zungenbein erheben, und im Hautmuskel des Halses. Bewegungsnerve ist er immer noch, so weit er da ist, und es ist ein Missverständniss, wenn Treviranus an diesem Nerven zeigen zu können glaubt, dass ein Nerve seine Function verändern könne, indem seine Bewegungsfunction bei den Vögeln fast ganz aufhöre. Vielmehr ist er bei den Vögeln, wie bei den Menschen, immer noch eigentlicher Muskelnerve. Bei den Schildkröten gleicht seine Verbreitung derjenigen der Vögel.

Bei den Schlangen und Eidechsen geht, wie ich sehe, dicht hinter dem dritten Ast des Trigeminus ein besonderer Nerve, dem Facialis vergleichbar, nach aussen. Er giebt einen Ast an den N. vagus nach rückwärts und empfängt einen dem N. vidianus vergleichbaren Ast durch einen Knochenkanal der Basis, welcher mit dem zweiten Ast des Trigeminus in Verbindung steht. Der Stamm des Facialis verbreitet sich in dem Muskel zwischen Quadratbein und Unterkiefer, welcher den Unterkiefer abzieht und bei den Eidechsen im Hautmuskel.

Bei den Fröschen geht nach Volkmann ein dem N. facialis vergleichbarer Nerve zu dem Ganglion N. trigemini, setzt sich aber sofort weiter als Trommelhöhlenast des Quintus in den Kehlast des Vagus fort. Der Kehlast ist ein Zweig des Zungenschlundastes (Glossopharyngeus). Diese Verbindung kann man mit der zuweilen beim Menschen vorkommenden Verbindung zwischen Facialis und Glossopharyngeus vergleichen.

Bei den Knochenfischen ist der N. facialis kein besonderer Nerve, sondern wahrscheinlich im Quintus enthalten, Ramus opercularis n. trigemini.

Bei den Plagiostomen isolirt sich ein analoger Nerve und bei den Cyclostomen ist der N. facialis ein besonderer Hirnnerve wie Born, Schlemm und d'Alton von den Petromyzon und ich, von den Myxinoiden gezeigt haben.

Cloquet und Hirzel behaupten, dass der N. petrosus superficialis n. vidiani, welcher vom zweiten Aste des N. trigeminus zum Knie des N. facialis geht, sich bloss an den N. facialis anlege, in dessen Scheide liegend, und als Chorda tympani von ihm wieder abtrete, um zum N. lingualis zu gelangen. Nach Arnold's Untersuchungen ist diese Behauptung indess ungegründet, indem es ohne gewaltsame Trennung nicht möglich ist, eine solche Anordnung zu erhalten. Nach Varrentrapp (*observ. anat. de parte cephalica n. symp. Francof.* 1831.), verläuft der N. petrosus superficialis, nachdem er zum N. facialis getreten, nicht neben ihm, sondern er geht zum Theil in ihn über, so zwar, dass nur ein Theil über das Knie des N. facialis weggeht, ohne sich fest zu verbinden. Dieser Fortsatz wäre nach Varrentrapp schon als Chorda tympani zu betrachten. Der Stamm der Chorda tympani lässt sich nach Varrentrapp am N. lingualis bis in die Nähe des Ganglion maxillare verfolgen, wo er sich in zwei Zweige theilt, wovon der eine in das Ganglion maxillare übergeht, der andere in dem N. lingualis weiter hingeht. Nach Arnold (*Kopftheil des vegetat. Nervensystems. Heidelb.* 1831. p. 119.) verläuft die Chorda tympani in der Scheide des N. lingualis, geht sehr häufig mit demselben sogleich Verbindungen ein, und theilt sich endlich in zwei Fäden, einen schwächern, der sich in das Ganglion maxillare einsenkt, und einen stärkern, der sich in dem N. lingualis verliert. Da die Zweige des Ganglion maxillare sich nicht bloss in der Glandula submaxillaris, sondern auch auf ihrem Ausführungsgange verbreiten, wie Arnold sah, so ist es nach meiner Meinung für jetzt am meisten gerechtfertigt, die Bewegung des Ausführungsganges (siehe oben p. 389.) von diesen von dem motorischen N. facialis kommenden Nervenfäden der Chorda tympani abzuleiten. Eine mir nicht wahrscheinliche Erklärung dieser Verbindung hat Arnold (a. a. O. p. 183.) gegeben. Im Allgemeinen hat Arnold selbst schon auf die Beziehung des Ganglion maxillare auf die Bewegungen des Ductus Whartonianus aufmerksam gemacht.

Nervus glossopharyngeus.

Der N. glossopharyngeus der Vögel verbindet sich durch

einen Ast mit dem N. vagus, und verbreitet sich zuletzt in der Zunge, deren Geschmacksnerve er nach Weber ist, und mit einem zweiten Aste theils am obern Kehlkopf, theils herabsteigend an der Speiseröhre. Bischoff beschreibt auch bei Iguana einen zur Zunge gehenden N. glossopharyngeus. Bei den Klapperschlangen geht der N. glossopharyngeus, wie ich sehe, ganz in den N. vagus über, der auch einen Zungenast giebt. Bei den Fröschen kann man nur den Zungenschlundast des Vagus dem Glossopharyngeus vergleichen. Volkmann. Bei den Fischen hat man einen vordern Ast des N. vagus, der beim Karpfen, wie die übrigen Kiemenäste des N. vagus mit einem Ganglion versehen ist, aber durch ein besonderes Schädelloch durchgeht, und sich im ersten Kiemenbogen, aber auch auf der Zunge bis zur Haut in der Nähe der Mundöffnung verzweigt, Nervus glossopharyngeus genannt. Man sieht deutlich aus diesen Varietäten, wie auch aus dem Mangel des N. accessorius bei den Fischen, dass der N. vagus, glossopharyngeus und accessorius nur ein gemeinsames System bilden, dessen Zertheilung in den Thierklassen sehr variiren kann.

Nervus vagus.

In vergleichend anatomischer und physiologischer Hinsicht bietet der N. vagus viele Merkwürdigkeiten dar.

1) Bei den Vögeln und beschuppten Amphibien, wo der N. accessorius mit dem Stamme des N. vagus verschmilzt, giebt der N. vagus auch einen Ast oder mehrere Aeste zu den Halsmuskeln. Bischoff, *N. accessorii anatomia et physiologia. Heidelberg* 1832. p. 41. 45.

2) Bei den Eidechsen bildet der Vagus in der Brust einen ansehnlichen Knoten. Vergl. *Neurol. d. Myxinoiden.*

3) Bei den Fröschen geht aus dem Ganglion N. vagi ein Ast zu den Kiefermuskeln, Weber, *Anat. comp. n. symp.* 44. Es ist der Kehlast von Volkmann, der sich theils in den Zungenbeinmuskeln, theils in den Kiefermuskeln verbreitet. Sein motorischer Einfluss kommt, wie Volkmann zeigte, von dem Ast des Facialis, der in ihn übergeht.

4) Bei den Fröschen giebt der N. vagus auch einen Ramus lingualis, welcher wahrscheinlich den sensoriellen Ramus lingualis n. trigemini ersetzt; während der gewöhnliche motorische Ast vom N. hypoglossus vorhanden ist. Weber. Dieser Ast bewirkt in der That, wie Volkmann zeigt, keine Zuckungen in der Zunge. Auch bei den Schlangen und Crocodilen ist der Ramus lingualis n. vagi vorhanden. Bischoff beschreibt auch einen Ast des N. vagus beim Crocodil zu den Muskeln des Zungenbeines, a. a. O. p. 45. Er ist auch bei den Schlangen und Eidechsen vorhanden.

5) Der N. recurrens kommt noch bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien vor. Weber hat gezeigt, dass auch beim Frosch ein Ast des N. vagus einen zurücklaufenden Zweig zum Kehlkopfe giebt. *Anat. n. sympath.* p. 46. Der Kehlkopf der Vögel erhält einen Ast vom neunten Nerven, die Luftröhre und der untere Kehlkopf der Vögel erhalten Zweige vom N. vagus,

aber die langen Muskeln, welche bei vielen Vögeln die Luftröhre verkürzen, erhalten Zweige von einem besondern Ramus descendens n. hypoglossi Siehe oben p. 340.

6) Beim Frosch giebt der N. vagus auch einen Hautast für die Gegend hinter dem Ohr. Volkmann.

7) Bei den Fischen giebt der Nervus vagus die Kiemennerven, einen Ramus intestinalis für Schlund und Magen, bei dem Zitterrochen und dem Zitterwels auch die Nerven des elektrischen Organes, beim Karpfen auch den Zahnnerven für die Gaumenknochenzähne, und bei allen Fischen den N. lateralis.

Der N. vagus der Fische vermehrt seine Substanz offenbar in dem Ganglion desselben, so dass die Aeste zusammen vielmal dicker als die Wurzeln, ja sogar einzelne Aeste stärker als die Wurzeln sind. In dem Ganglion scheinen die Primitivfasern der Wurzeln durch Theilung und Multiplication die Substanzvermehrung zu bilden, so dass viele Primitivfasern der Aeste durch eine Primitivfaser der Wurzel vertreten sind. Beim Zander und beim Wels bilden alle Aeste zusammen ein Ganglion, beim Karpfen nur die Kiemennerven einzelne Ganglien, wobei sich die Substanz vermehrt. Weber *anat. comp. n. sympath.* p. 62. p. 66. Meckel's *Archiv* 1827. *Tab. IV. Fig.* 25. 26.

8) Einer der merkwürdigsten Aeste des N. vagus bei den Fischen ist der Nerve der Seitenlinie, welcher zwischen den Muskeln nicht fern von der Haut bis zum Schwanze hingeht, und Zweige den Muskeln (?) und der Haut giebt. Desmoulins behauptet, dass dieser Nerve nicht wohl sensibel sei. Allein er ist sicher nicht motorisch, wenn er sich in Muskeln auch verzweigt; denn mit einer Batterie von 40 Plattenpaaren konnte ich beim Karpfen durch Galvanisiren des Nerven selbst keine Zuckungen in den Muskeln erregen. Van Deen hat diesen Nerven auch bei den Froschlarven, und als einen bleibenden Nerven beim Proteus anguinus entdeckt. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 477. Mayer fand den Nerven auch bei Menopoma, Krohn bei den Tritonen. Der kurze Hautast des N. vagus der Frösche scheint das Analogon oder der Rest dieses Nerven zu sein. Man hat mit diesem Nerven den N. accessorius verglichen; allein ich glaube, dass nur der Ramus auricularis N. vagi des Menschen und der Säugethiere ihm verglichen werden kann. Siehe *Archiv* 1837. *LXXVI.* Der N. lateralis der Petromyzon wird gerade so gebildet, wie der Ramus auricularis n. vagi aus dem N. vagus und facialis. Da der N. facialis der Knochenfische im Trigeminus eingeschlossen ist, so erklärt sich die Concurrenz des Trigeminus zur Bildung des N. lateralis bei vielen Fischen. Bei den Cyprinen geht ein Ast des N. trigeminus schon in der Schädelhöhle in den Vagus über zur Zusammensetzung des N. lateralis. Buechner. Bei den Gymnotus electricus findet die Concurrenz ausser dem Schädel statt. Beim Wels und der Aalraupe fand Weber den doppelten Seitennerven vom N. trigeminus und vagus. Interessant ist die Beobachtung von Swan, dass bei Gadus morhua ein mit einem Zweig des N. vagus verbundener Ast des Quintus 2 Rumpfnerven abgiebt, wovon der eine

am Rücken über der Wirbelsäule an der Basis der Flossen, der andere an der Bauchseite des Schwanzes bis zur Schwanzflosse hingeht. Beide verbinden sich mit den Spinalnerven, der eine mit den aufsteigenden, der andere mit den absteigenden Aesten. Es findet also, wie im Knochensystem und in der Anordnung der Muskeln, so auch in der Configuration des Nervensystems eine Symmetrie zwischen der obern und der untern Schwanzhälfte statt. Ausser diesen 2 Seitennerven vom N. trigeminus giebt es auch noch 2 Rumpfäste des N. vagus, welche über den Muskeln zum hintern Ende des Körpers gehen. *Illustrations of the comp. anat. of the nerv. syst. Lond.* 1835. Der Igel besitzt nach Barkow einen seitlichen Rumpfnerven für die Haut und die Muskeln, aber er entspringt aus blossen Spinalnerven, nämlich den untersten Cervical- und den ersten Dorsalnerven.

9) Sehr merkwürdig sind die Aeste des N. vagus zu dem contractilen Gaumenorgan der Cyprinen. Siehe Meckel's *Archiv.* 1827. 309. Weber hat entdeckt, dass dieses Organ eine merkwürdige Contractilität besitzt; denn wenn man dasselbe mit einem spitzigen Körper sticht oder drückt, so erhebt sich die gereizte Stelle sogleich in Gestalt eines kegelförmigen Hügels, dessen Spitze der gereizte Punkt ist, bleibt einige Secunden erhoben und senkt sich hierauf wieder; dabei sieht man keine Veränderung der Farbe, die auf ein Zuströmen von Blut deuten könnte. Es besteht aus Muskelbündeln. Das Organ kann sich in jeder Richtung zusammenziehen, und es entstehen kegelförmige, lineare oder breite Erhebungen, je nachdem man mit einem spitzen Körper aufdrückt oder Striche macht, oder mehr auf die ganze Fläche zugleich wirkt.

10) Beim Wels und Karpfen giebt der N. vagus auch Zweige zur Brustflosse. Weber.

11) E. H. Weber hat darauf aufmerksam gemacht, dass der N. vagus in einem Wechselverhältniss zu dem N. sympathicus steht. Bei den Schlangen ist z. B. der N. sympathicus ausserordentlich wenig entwickelt, dagegen der Ramus intestinalis Nervi vagi um so stärker; bei den Fröschen ist es umgekehrt. Auch bei den Fischen sind die Intestinaläste des Nervus vagus sehr stark und bei den Myxinoiden geht der Ramus intestinalis n. vagi, aus der Verbindung beider Vagi entstanden, nach meinen Beobachtungen bis zum After, während der N. sympathicus fehlt.

Nervus accessorius Willisii.

Dieser Nerve kömmt nur bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien, nicht bei den Fischen vor. Bei den Vögeln und Amphibien verhält er sich fast als eine Wurzel des N. vagus, indem er ganz in denselben übergeht, der hinwieder einen Ast in die Halsmuskeln abgiebt, welcher dem N. accessorius der Säugethiere zu entsprechen scheint. Siehe das Nähere in Bischoff *nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832. Der Bereich des N. accessorius der Säugethiere, so weit er sich nicht mit dem N. vagus verbindet, ist der Musculus

sternocleidomastoideus und cucullaris. Die Ursache des sonderbaren Ursprungs und Verlaufs dieser Nerven kennt man nicht genau. Wahrscheinlich ist sie die, dass der sogleich nach dem Austritt des Vagus abgehende Schlundast Fasern vom fast ganzen Halstheil des Rückenmarkes erhalte. Auch andere Nerven erhalten sehr ausgedehnte Ursprünge; der Ramus descendens hypoglossi entspringt vom Hypoglossus und den oberen Halsnerven. Der Unterschied liegt also nur darin, dass beim Accessorius die Zusammensetzung des Nerven schon innerhalb des Rückgrats geschieht, während bei anderen Nerven dieselbe Zusammensetzung erst ausserhalb des Rückgrats erfolgt.

Nervus hypoglossus.

Bei den Vögeln verbreitet sich der N. hypoglossus, nachdem er sich durch einen Zweig mit dem N. vagus verbunden, hauptsächlich mit zwei Aesten, mit dem einen in den Zungenbeinmuskeln, mit dem andern an der Seite der Speiseröhre. Weber, *Anat. comp. n. symp.* p. 40. Wir haben auch beim Truthahn einen langen herabsteigenden Zweig an dem langen Muskel beobachtet, welcher die Luftröhre verkürzt. Zu den Muskeln der Zunge haben auch Bojanus und Bischoff, jener bei der Schildkröte, dieser bei Iguana, den N. hypoglossus treten gesehen. Bei der Klapperschlange sehe ich einen feinen Hypoglossus durch eine besondere Oeffnung hinter dem Vagus austreten und nach einer Verbindung mit dem ersten Halsnerven ganz in den Vagus übergehen. Bei den Fröschen wird der dem Hypoglossus entsprechende Nerve zur Zunge vom ersten Halsnerven abgegeben. Man begreift dies Verhalten daraus, dass auch der Hypoglossus des Menschen sich mit den ersten Halsnerven verbindet. Bei den Fischen fand E. H. Weber einen letzten Hirnnerven, der mit drei Wurzeln, einer hintern gangliösen entspringt und durch ein besonderes Schädelloch durchgehend, zu den Muskeln der Brustflosse geht. Beim Karpfen verbindet sich die gangliöse Wurzel mit einer Wurzel vom N. trigeminus. Vergl. Bischoff a. a. O. p. 49. Dieser Nerve giebt nach Buechner auch Zweige zum Musculus sternohyoideus und ist der Hypoglossus; er scheint bei den Fischen allgemein zu sein; aber er geht nicht immer durch das Hinterhauptsbein selbst, sondern beim Hecht und bei Perca hinter diesem aus.

Bedenkt man, dass der N. spinalis primus des Menschen zuweilen nur eine vordere Wurzel hat, dass der Hypoglossus des Menschen nur eine vordere, bei einigen Säugethieren aber zugleich eine hintere Wurzel hat, so tritt der N. hypoglossus ganz in die Kategorie der Spinalnerven, und ist gleichsam der erste Spinalnerve, der aber meist noch durch den Schädel heraustritt. Hierdurch wird die Analogie des letzten Hirnnerven der Fische mit dem N. hypoglossus noch grösser.

Nach dieser Uebersicht der bei den Thieren vorkommenden Verschiedenheiten in der Anlage der Hirnnerven werfen wir einen Blick auf das System der Hirnnerven, in wie weit es auf

einen gewissen Grundtypus gebracht werden kann. Die leitende Idee ist hier die von primitiven und von abgeleiteten Hirnnerven, welche zuerst Meckel ausgesprochen hat. Primitive Hirnnerven sind theils die 3 reinen Sinnesnerven N. olfactorius, opticus, acusticus, theils die gemischten oder doppelt wurzeligen Hirnnerven, welche nach dem Typus der Spinalnerven gebildet sind und welche man Vertebralnerven des Kopfes nennen kann. Abgeleitete Hirnnerven sind solche, welche durch Ablösung eines Theils der Fasern von der Wurzel eines Hirnnerven entstehen oder mit anderen Hauptwirbelnerven verschmolzen sein können. Meckel hat die im Allgemeinen richtige Idee nicht gut ausgeführt. Besser wurde sie von Arnold angewandt, welcher 2 Vertebralnerven des Kopfes annahm, wovon der erste der Trigeminus ist, mit den Augenmuskelnerven und dem Facialis, die zur motorischen Portion jenes Nerven gehörend angesehen wurden. Zum zweiten gehören der Vagus, Accessorius, Glossopharyngeus, Hypoglossus. Vergl. Buechner, *Mém. de soc. d'hist. nat. de Strasb. T. II. livr.* 2. Mueller's *Archiv.* 1837. *LXXIV.* Nach meiner Meinung giebt es 3 Wirbelnerven des Schädels, wie 3 Wirbel desselben. Der erste ist der Trigeminus, der zweite der Vagus cum N. glossopharyngeo et accessorio, der dritte der Hypoglossus. Die Augenmuskelnerven sind abgeleitete Nerven und sind als motorische Portion des ersten Astes des Trigeminus anzusehen. Bei den Cetaceen giebt der erste Ast des Trigeminus schon Augenmuskeläste ab, während die gewöhnlichen Augenmuskelnerven auch vorhanden sind. Beim Frosch geht der N. abducens ins Ganglion Gasseri über, wie Volkmann zeigt, und der Trigeminus giebt daher Augenmuskelzweige. Bei den Petromyzon fehlt einer der 3 Augenmuskelnerven ganz, wahrscheinlich der Abducens und der Trigeminus giebt auch Augenmuskelnerven, wie Schlemm und d'Alton zeigten.

Der N. facialis ist jedenfalls abgeleiteter Nerve und hat eine grosse Verwandtschaft zur motorischen Portion des N. trigeminus, denn bei den Knochenfischen verschmilzt er mit dem Trigeminus und erscheint als Ramus opercularis desselben, wie Serres wahrscheinlich machte. Bei den Fröschen gesellt er sich, wie Volkmann zeigt, auch zum Trigeminus. Allein die Verwandtschaft des Facialis ist ebenso gross zum Vagus. Denn schon beim Menschen und den Säugethieren verbindet er sich mit Aesten von beiden. Bei den Schlangen und Eidechsen giebt er einen Ast zum Vagus. Beim Frosch setzt sich der Facialis vom Trigeminus ab in einen Ast des Vagus, nämlich in den Kehlast fort, wie Volkmann beobachtet. Der Facialis der Petromyzon bildet mit dem Vagus zusammen den N. lateralis, der bei den Knochenfischen oft vom Quintus und Vagus gebildet wird.

Zum zweiten Vertebralnerven des Kopfes gehören der N. vagus, glossopharyngeus, accessorius.

Der dritte Vertebralnerve des Schädels wird allein vom Hypoglossus gebildet. Die Myxinoiden stehen dem einfachen Typus der Wirbelnerven des Schädels ohne die abgeleiteten Nerven am nächsten. Den sie haben von den letzteren nur den N. facialis.

Nervus sympathicus.

Bei den Vögeln liegt die Pars cervicalis n. sympathici in dem Canal der Querfortsätze der Halswirbel, wo bei den Säugethieren und dem Menschen nur ein verhältnissmässig sehr dünner Strang des N. sympathicus liegt. Bei den Crocodilen ist nach Vogt der oberflächliche und tiefe Halstheil des Sympathicus und ausserdem ein mittlerer Strang vorhanden.

Die constantesten Verbindungen der Hirnnerven mit dem Sympathicus sind die der Wirbelnerven des Schädels. Sie finden bei den Fischen an der Basis des Schädels gerade so statt, wie die Verbindungen des Grenzstranges des Sympathicus mit den Spinalnerven.

Der Sympathicus der Cyclostomen fehlt und der Vagus, ihn ersetzend, geht bei den Myxinoiden bis zum After.

Bei den Schlangen ist der Kopftheil vom Grenzstrang des Rumpfes getrennt und geht ganz in den Vagus über. Statt der gewöhnlichen Bildung gehen Aeste der Spinalnerven zu den Lungen, zum Darm, zu den Geschlechtstheilen und Harnwerkzeugen, wie Weber bereits bemerkte. Diese Aeste hängen durch bogenförmige Schlingen unter einander zusammen, und diese Verbindungsschlingen sind das Einzige, was vom Grenzstrange übrig ist. Dergleichen Bogen kommen aber zwischen den Cerebrospinalnerven sehr gewöhnlich vor. Nur bei sehr grossen Schlangen erkannte ich eine Spur von Ganglien im Grenzstrange. Der Vagus geht bei den Schlangen am Darm bis über $\frac{2}{3}$ der Bauchhöhle.

Auch bei den Eidechsen wird der Kopftheil des Sympathicus ganz in den Vagus aufgenommen und dieser theilt sich am Ende des Halses wieder in den eigentlichen Vagus und in den Sympathicus. Vergl. *Neurologie der Myxinoiden.*

V. Abschnitt. Von den Centraltheilen des Nervensystems.

I. Capitel. Von den Centraltheilen des Nervensystems im Allgemeinen.

Zur Definition der Centralorgane gehören folgende Eigenschaften.

Die Centralorgane des Nervensystems bewirken die vereinte Thätigkeit aller Nervenfunctionen, theils ausser der Herrschaft der Seele, theils unter derselben. Durch sie werden alle Nerven oder Leiter vereinigt. Sie setzen als Erreger (Motoren) sowohl automatisch beständig oder abwechselnd, als willkürlich auf die

von dem Sensorium commune der Centralorgane ausgehenden Bestimmungen, die motorischen Nerven zur Bewegung der Muskeln in Thätigkeit. Sie reflectiren die Wirkungen der sensoriellen Nerven entweder auf motorische unbewusst, oder bringen sie im Sensorium commune der Centraltheile zum Bewusstsein. Durch sie werden auch die organischen Nerven-Wirkungen in ungestörter Kraft erhalten, das Nervenprincip beständig erzeugt und wiedererzeugt, und ohne sie kann sich die Thätigkeit und Reizbarkeit der Nerven als Leiter auf die Dauer nicht erhalten. Diess ist die allgemeine Definition des Gehirns und Rückenmarkes als selbstständiger Erreger gegen die Nerven als Conductoren des Nervenprincips. Dass sich durch die angeführten Eigenschaften die Centralorgane von den Nerven unterscheiden, ist aus den in der Nervenphysik mitgetheilten Thatsachen nicht schwierig zu beweisen.

Die Centralorgane sind Erreger für die motorischen Nerven als Conductoren der motorischen Entladung des Nervenprincips nach den Muskeln. Diese motorische Thätigkeit äussert sich *a.* theils als beständige Ausstrahlung, wie wir das Beispiel in der beständigen Beherrschung der Sphincteren sehen, deren Zusammenziehungen nach Verletzungen der Centralorgane aufhören; *b.* theils durch abwechselnde rhythmische Bewegungen, wie in der Abhängigkeit der Bewegungen des Athmens von der Medulla oblongata; *c.* theils als Entladungen, die willkürlich von dem Sensorium commune der Centralorgane ausgehen, welches den spontanen Actionen der Seele unterworfen ist.

Gegen diesen motorischen Einfluss verhalten sich die motorischen Nerven auf doppelte Art. Die Nerven einer Classe verhalten sich gegen denselben als blosse Conductoren. Sie sind zwar auch beständig motorisch geladen, und können künstlich wie der Nerve des Froschschenkels, durch mechanische Reize zu Entladungen bestimmt werden; aber sie entladen sich im Zustande der Gesundheit nicht spontan, sondern auf den Einfluss der Centralorgane; diess sind die motorischen Cerebrospinalnerven. Die Nerven der andern Classe, dem Einflusse des Sensorium commune in Beziehung auf willkürliche Actionen ganz entzogen, können zwar auch von den Centralorganen zu beständigen oder rhythmischen Actionen bestimmt werden, haben aber das Eigenthümliche, dass sie auch selbstständige Entladungen bewirken, wenn sie gleich auf längere Dauer zur Reproduction ihres Nerveneinflusses der Centralorgane bedürfen; dahin gehören die motorischen Wirkungen des N. sympathicus. Die von ihm beherrschten Theile ziehen sich spontan, auch getrennt von dem Einfluss der Centralorgane zusammen, wie das Herz, der Darmkanal u. s. w., aber die Kraft und Dauer ihrer Zusammenziehungen hängt durchaus von dem Verkehr ihrer Nerven mit den Centralorganen ab. Bei vorübergehender Ermüdung und auch in dem Schlafe nach der täglichen Action des Nervensystems, tritt ein Mal eine Relaxation in den Wirkungen der Centralorgane auf die peripherischen Theile ein; aber diese vorübergehende Veränderung in den Centralorganen ist noch nicht im

Stande, die Actionen der dem sympathischen System unterworfenen spontanen Bewegungen wesentlich zu verändern. Nur wenn die Ermüdung in den Centraltheilen dauernder wird, wenn diese Organe wesentlich verletzt werden, erlahmen auch die dem sympathischen System unterworfenen Bewegungen, weil ihre Kraft und Dauer von den Centraltheilen auch abhängt.

Man darf sich aber nicht vorstellen, dass während der täglich einmal eintretenden Ermüdung der Centralorgane und des Schlafes die Centralorgane überhaupt unthätig würden. Diese Ermüdung ist zwar allgemein, aber nur das Sensorium commune der Centralorgane, jener Theil des Gehirns, welcher den Actionen der Seele unterworfen ist, wird vorzüglich unthätig; nur die willkürlichen Bewegungen fallen unter den motorischen Actionen der Centralorgane während des Schlafes ganz aus. Alle übrigen Theile der Centralorgane setzen ihre Thätigkeit wie während des Wachens fort. Diess sieht man an der Fortdauer der von den Centralorganen abhängigen beständigen Zusammenziehungen der Sphincteren und den rhythmischen Athembewegungen, welche beide von wahren Cerebrospinalnerven ausgeführt werden. Gewisse Muskeln sind also, obgleich von Cerebrospinalnerven versehen, auch während des Schlafes beständig thätig; immer sind die Sphincteren geschlossen, immer bewirkt der Schlaf eine fixirte Stellung des Auges nach oben und innen, immer die constant damit verbundene Contraction der Iris mit Verengung der Pupille; die Schliessung des Mundes findet auch im Schlafe gewöhnlich statt. Kurz, wir sehen, dass auch im Schlafe der ganze motorische Apparat der Centralorgane, des Gehirns sowohl als des Rückenmarkes, fortwirkt, dass nur die willkürliche Excitation dieses dauernd thätigen motorischen Apparates während der Unthätigkeit des Sensorium commune aufhört. Daher müssen wir auch eine während des Schlafes fortdauernde Wechselwirkung der Centralorgane mit der motorischen Thätigkeit des sympathischen Systems nothwendig voraussetzen, ohne welchen Einfluss die Kraft der Bewegungsactionen im sympathischen System sogleich abnehmen würde, wie wir in der Apoplexie, in den von den Centralorganen eintretenden Ohnmachten und bei der künstlichen Zerstörung des Rückenmarkes deutlich sehen.

Die Centralorgane erfahren die Wirkungen der sensoriellen Nerven, und pflanzen sie entweder unbewusst reflectirend auf die Ursprünge der motorischen Nerven fort, wodurch die reflectirten Bewegungen entstehen; oder sie leiten diese Wirkungen zu dem Sensorium commune der Centralorgane, wodurch sie während der Thätigkeit des letztern bewusst werden. Im ersten Falle gelangen die centripetalen Wirkungen der sensoriellen Nerven nur bis zur Excitation des motorischen Apparates der Centralorgane, der vorzüglich seinen Sitz im Rückenmark hat, aber sich auch in das Gehirn verzweigt; im zweiten Falle gelangen diese Wirkungen zu einem besonderen Theil der Centralorgane, ohne Reflexionsbewegungen zu erregen, in dem Sensorium commune zu dem Bewusstwerden der Seele. Nicht selten geschieht Beides; die Empfindungen werden bewusst, und erregen zugleich

Reflexionsbewegungen, indem die Leitung zugleich nach dem motorischen Apparate der Centralorgane und nach dem Sensorium commune geschieht, wie bei dem Husten von dem empfundenen Reiz in der Luftröhre, bei dem Schliessen der Augenlieder von heftigem Schall, bei der Zusammenziehung der Iris von Reizung der Retina durch Lichtsehen. In Hinsicht der Theorie und Gesetze dieser Wirkungen muss hier auf das III. Cap. des III. Abschn. p. 608. verwiesen werden. Da die Reflexionserscheinungen nicht von dem Sensorium commune, sondern von dem motorischen Apparate der Centralorgane abhängig sind, der letztere aber im Schlafe zu wirken fortfährt, so finden sie auch im Schlafe eben so gut wie im Wachen statt; wie der Husten von Reizen in der Luftröhre, und viele andere Erscheinungen während des Schlafes beweisen.

Die organischen Nervenwirkungen werden durch die Centralorgane des Nervensystems in ungestörter Kraft erhalten. Hier zeigt sich dasselbe Verhalten zwischen dem N. sympathicus und den Centralorganen, wie in Hinsicht der Bewegungen der dem N. sympathicus unterworfenen Theile. Embryonen sind zwar bis zur Reife bei Zerstörung des Rückenmarkes und Gehirns ernährt worden. Eschricht in Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 268. Ja zuweilen werden Theile von Embryonen, ein einzelner Kopf, eine Extremität, ernährt, welche nicht einmal ein Herz besitzen, und wo das Blut durch das Herz eines andern Embryo zugeführt wird, indem die Gefässe des defecten Embryos von der Nabelschnur des gesunden ausgehen. Siehe Rudolphi *Abhandl. d. Acad. zu Berlin.* 1816. und Mueller im *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 178. Aber beim Erwachsenen leidet die Ernährung oft, wenn auch nicht immer, bei Lähmungen des Gehirns und Rückenmarkes; die gelähmten Theile sind bei Verletzungen derselben leichter dem Brand unterworfen, und bei heftigen acuten Leiden der Centralorgane mit Unterdrückung ihrer Actionen entsteht oft spontan der Brand in einzelnen Theilen.

Das Nervenprincip wird in den Centralorganen erzeugt und wiedererzeugt. Diess geht aus den von mir und Sticker angestellten Versuchen hervor, nach welchen die von den Centralorganen getrennten Nerven eines Gliedes in der ersten Zeit zwar noch motorische Kraft besitzen, indem sie, gereizt, Bewegungen der von ihnen versehenen Muskeln erregen, nach welchen aber diese Nerven, sofern sie nicht wieder verheilen, nach mehreren Monaten alle Reizbarkeit für mechanischen und galvanischen Reiz verloren haben, so dass also die beständige Wechselwirkung der Nerven und der Centralorgane zur Erhaltung der Kräfte der Nerven nöthig ist, während die Centralorgane ihre Kräfte auch nach dem Verlust ihrer Conductoren behalten. Die Erhaltung der Reizbarkeit der Nerven ist indess nicht bloss von dem beständigen Einfluss der Centralorgane, sondern auch von ihrer Thätigkeit selbst abhängig. Wenn ein Nerve sehr lange Zeit nicht in Thätigkeit gesetzt wird, so verliert er immer mehr an Kraft für fernere Thätigkeit. Die meisten Menschen haben kei-

nen Einfluss auf kleine Muskeln durch Mangel an Uebung, und nach Erblindung des Auges atrophirt in später Zeit der Sehnerve bis gegen das Gehirn hin; ja Magendie hat sogar diese Atrophie bei Vögeln durch künstlich bewirkte Erblindung schon in einigen Monaten erzeugt.

Die Scheidung der belebten thierischen Materie in Centralorgane, und die von den Centralorganen abhängigen Theile, ist nicht bloss ein Attribut aller thierischen Wesen; der Trieb zu dieser Scheidung ist sogar der keimfähigen Materie von Anfang an eingepflanzt, und es scheint, dass mit der Aeusserung dieses Triebes die ganze Organisation beginnt.

Die Beobachtungen über die zusammengesetzte Structur der einfachsten Thiere machen es wahrscheinlich, dass es bei allen, auch den scheinbar einfachsten Thieren, Nerven und von den Nerven abhängige Theile giebt, und wo die Anatomie des Nervensystems möglich ist, sehen wir auch wieder eine Sonderung desselben in gewisse wichtigere Centraltheile und ihre Conductoren, die Nerven.

Beim Embryo der höheren Thiere beginnt sogleich diese Sonderung schon in der Keimhaut, in deren Achse sich der mit den Kräften der Centralorgane begeistete Theil der thierischen Materie anhäuft, während sich um dieselbe die davon abhängigen Theile gestalten. Dieselbe Centrirung tritt auch in den abgeschnittenen Stücken einer Planarie, eines Polypen ein, die dadurch selbstig beseelt werden und ihren eigenen Willen mit ihrem eigenen Centrum bekommen.

Aber auch in dem von den Centraltheilen abhängigen peripherischen Theile des neuen Wesens schreitet eine ähnliche Sonderung fort, indem sich dieser wieder in die Conductoren des Nervenprincips, die Nerven und die von ihnen den Einfluss der Centralorgane empfangenden Gewebe histologisch und virtuell sondert. Die Entstehung der Centralorgane bedingt die Entstehung der peripherischen Theile; die Entstehung der Nerven in dem peripherischen Theile des Thieres bedingt zugleich die Entstehung der wieder von den Nerven beseelten Gewebe. Mit dieser Sonderung zwischen Centralorganen und peripherischen Theilen ist das Gehirn und Rückenmark virtuell vorhanden; weder das eine noch das andere entsteht früher; die Ausbildung der einzelnen Regionen der Centralorgane ist erst wieder die Folge fortschreitender Entwickelung und Sonderung. Eben so ist es mit der histologischen Sonderung des peripherischen Theiles, sobald sie beginnt, ist gewiss der ganze Nerve vorhanden, nicht das äussere Ende des Nerven ist das Erste, das den Centralorganen entgegenwüchse. Wenigstens hat diese Ansicht von Serres (*anat. comp. du cerveau*) durchaus keine thatsächliche Basis; und die dafür angeführten Beobachtungen haben in den classischen Untersuchungen von Baer über die Entwickelungsgeschichte des Embryo keine Bestätigung gefunden.

Vergleicht man nun die niederen Thiere mit den höheren in Hinsicht des Gegensatzes der Centraltheile und peripherischen Theile, und wieder der Centraltheile und des peripherischen

Nervensystems, so zeigt sich, dass dieser Gegensatz bei den niederen Thieren, wenngleich vorhanden, doch weniger ausgebildet ist.

Ein in zwei Hälften getheilter Wurm zeigt in beiden Nervensträngen noch Bewegungen, welche den willkürlichen ähnlich sind.

Auch die Insecten zeigen nach Wegnahme des Kopfes noch willkürliche Bewegungen. Ein Carabus granulatus lief nach wie vor herum; eine Bremse, auf den Rücken gelegt, strengte sich an, auf die Beine zu kommen. Treviranus führt auch die interessante Beobachtung von Walckenaer über eine Cerceris ornata an, welche einer in Löchern lebenden Biene nachstellt. Walckenaer stiess einer solchen Wespe im Augenblicke, wo sie in das Loch der Biene eindringen wollte, den Kopf ab; sie setzte ihre Bewegungen fort, und suchte umgekehrt dahin zurückzukehren und einzudringen. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens.* 2. 194.

Diese Thatsachen beweisen, dass das Hirnganglion der Gliederthiere nicht allein Einfluss auf spontane und zweckmässige Bewegung hat. Indessen besteht doch eine Unterordnung in der Wirkung der übrigen Ganglien unter das Hirnganglion.

Bei den Wirbelthieren hat das Rückenmark nicht mehr den grossen Einfluss auf spontane und willkürliche Bewegung wie bei den Wirbellosen die untergeordneten Ganglien der Centraltheile. Gleichwohl zeigt sich nach dem Köpfen der Thiere noch eine gewisse Harmonie und Zweckmässigkeit der Bewegungen. Vögel flattern mit den Flügeln. Der enthauptete Frosch setzt sich, wie Volkmann bemerkt, wieder auf. Doch habe ich dergleichen Bewegungen der enthaupteten Frösche, die von Reflexbewegung ganz unabhängig waren, immer nur dann gesehen, wenn der Kopf dicht am Halse getrennt war. Fiel der Schnitt tiefer, durch das Rückenmark, so zeigte der Frosch keine Spur von Willkür in Bewegungen. Flattern auch Vögel noch mit den Flügeln nach Durchschneidung des Rückenmarks in der Mitte des Halses, so sind diess zwar gruppenweise Bewegungen, die im Rückenmark ihre Ursachen haben, aber sie sind von willkürlichen Bewegungen noch sehr verschieden.

Wir besitzen auch keine sichere Thatsache, dass das Rückenmark unabhängig vom Gehirn und dem verlängerten Marke noch empfinde. Reflexbewegungen nach Hautreizen an enthaupteten Thieren können nicht hieher gerechnet werden, und zeigen enthauptete Frösche bei Hautreizen noch etwas Zweckmässiges in der Reaction, so tritt diese Erscheinung gewiss nur ein, wenn der Schnitt durch das Rückenmark in seinem Anfang geschah.

Bei allen höheren und niederen Wirbelthieren entspricht die Masse des Rückenmarkes im Allgemeinen dem Umfange der davon beherrschten Körpertheile; das Rückenmark eines Fisches ist verhältnissmässig nicht geringer als das Rückenmark eines Menschen, aber das Gehirn nimmt bei den höheren Thieren in gleichem Verhältniss mit der Ausbildung ihrer intellectuellen Fähigkeiten zu. Bei den Fischen besteht das Gehirn nur aus meh-

reren vor der Medulla oblongata liegenden Anschwellungen. Das Gehirn der Amphibien ist grösser als das der Fische, das der Vögel grösser als das der Amphibien, das der Säugethiere übertrifft das Gehirn der Vögel, das menschliche übertrifft alle. Wir wollen diese Vergleichung durch Angabe von Zahlenverhältnissen später weiter ausführen. Sind gleich alle thierischen Wesen bis zum Infusorium im Allgemeinen in Bezug auf das zum thierischen Leben Nothwendige gleich vollkommen organisirt, so muss ein Unterschied der Vollkommenheit in Beziehung auf die intellectuelle Entwickelung und ihre Organe zugegeben werden und ist im Bau des Gehirns offenbar.

Man sieht aus den bisherigen Betrachtungen, dass die Vergleichung der Stärke der Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems (zusammengenommen) bei verschiedenen Thieren wenig geeignet ist, physiologische Aufschlüsse zu geben. Die Stärke der Nerven wird zwar im Allgemeinen im Verhältniss zu den Centraltheilen bei den niederen Wirbelthieren zunehmen; aber richtiger ausgedrückt, nimmt sie nur im Verhältniss zum Gehirn auffallend zu. Ein anderer Apparat der Centraltheile, das Rückenmark, welches ausserdem, dass es ein Leiter vom Gehirn zu den von ihm entspringenden Nerven, und umgekehrt, ist, eine den Bewegungskräften des Körpers entsprechende motorisch geladene Säule darstellt, scheint überall diesen Bewegungskräften durch seine Masse und den von ihm entspringenden Nerven durch eben dieselbe (nicht durch Länge und Kürze, die sehr variirt) zu entsprechen. Das Rückenmark von Gadus Lota verhält sich zur Masse des Körpers nach Carus, wie 1 : 481, bei Salamandra terrestris wie 1 : 190, bei der Taube wie 1 : 305, bei der Ratte wie 1 : 180, bei der Katze wie 1 : 161. Allerdings giebt es bei den Fischen Nervenstämme, wie der Nerv. trigeminus und Nerv. vagus, welche den Durchmesser des Rückenmarkes zuweilen geradezu übertreffen. Indessen kommt es bei der Vergleichung der Nerven und des Rückenmarkes bei verschiedenen Thieren wohl auf die Dicke der Nerven, aber nicht auf die Dicke des Rückenmarkes, sondern eben so gut auf dessen Länge, oder richtiger auf Vergleichung der ganzen Masse des Rückenmarkes mit der Summe der Stärke aller daraus entspringenden Nerven an. Dann aber kann die Stärke derjenigen Hirnnerven, welche aus den Rückenmarksfortsetzungen im Gehirn entspringen, nicht fruchtbar mit der Stärke des eigentlichen Rückenmarkes hinter dem Gehirn verglichen werden.

II. Capitel. Vom Rückenmark.

Das Rückenmark unterscheidet sich schon anatomisch von den Nerven; es enthält, wie das Gehirn, dieselben zarteren röhrigen Fasern; es enthält in seinem Innern graue Substanz, die sich beim Durchschneiden als ein liegendes Kreuz darstellt, so dass die Figur derselben in dem vorderen und hinteren Strange sich jederseits hornartig verlängert.

In physiologischer Hinsicht stimmt das Rückenmark mit den Nerven darin überein, dass es die Wirkungen seiner Nerven auf das Gehirn so fortpflanzt, wie die Gehirnnerven es unmittelbar auf das Sensorium commune thun, und dass es die Hirnwirkungen auch wieder zu seinen Nerven so leitet, als wenn diese unmittelbar von dem Gehirn selbst entsprängen; in anderen Punkten unterscheidet sich das Rückenmark aber wesentlich von den Nerven durch seine ihm selbst, als Centraltheil, und nicht den Nerven zukommende Kräfte. Wir werden beiderlei Eigenschaften untersuchen.

1) *Das Rückenmark als Leiter, Conductor des Nervenprincips oder der Oscillationen desselben.* Alle Hirnnerven sind unmittelbar und alle Spinalnerven mittelbar durch das Rückenmark unter den Einfluss des Gehirns gesetzt. Sobald dieser Einfluss unterbrochen wird, gelangen die Reizungen der Empfindungsnerven nicht mehr zum Bewusstsein, und das Gehirn kann nicht mehr willkürlich die motorische Kraft derjenigen Nerven anregen, welchen sein Einfluss entzogen wird.

Die Ursachen, welche die Gemeinschaft des Gehirns und Rückenmarkes mit den Nerven unterbrechen, sind Druck auf die Nerven, Zerstörung und Zerschneidung derselben, und Lähmung ihrer motorischen Kraft durch auflösbare Stoffe, z. B. bei der Bleivergiftung.

So oft diese Ursachen auf einen Nerven wirken, sind alle unter der verletzten Stelle abgehenden Zweige der willkürlichen Erregung der motorischen Kraft entzogen, und die von diesen Zweigen versehenen Muskeln sind in Hinsicht der willkürlichen Bewegung gelähmt, und in demselben Theile hört die Empfindung gegen äussere Reize auf.

Diejenigen Nervenzweige dagegen, welche über der verletzten Stelle des Nerven entspringen, sind dem Einfluss des Gehirns und der Willensbestimmung auf ihre Muskeln nicht entzogen, weil ihre Primitivfasern noch unversehrt mit dem Gehirn zusammenhängen. Auch haben aus demselben Grunde alle sensibeln Nervenzweige noch Empfindung, welche über der verletzten Stelle von ihrem Stamme entspringen, und also noch durch ihre Primitivfasern mit dem Gehirn oder Rückenmark zusammenhängen.

Die Verletzung eines Nerven an einer Stelle hebt nur die Gemeinschaft mit dem Gehirn oder dem Organe des Bewusstseins und der willkürlichen Excitationen auf, dagegen behalten die unter der verletzten Stelle gelegenen Theile des Nerven ihre motorische Kraft selbst eine geraume Zeit unversehrt und es ist nur der Hirneinfluss auf dieselben aufgehoben. Wenn man daher einen Nerven, welcher durch Entziehung des Hirneinflusses gelähmt ist, oder nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängt, sticht, quetscht, brennt, ätzt, elektrisirt, galvanisirt, so hat zwar keine Empfindung statt, weil die Reizung nicht mehr zum Gehirn gelangt, aber es zucken dennoch die Muskeln, zu welchen dieser Nerve Zweige schickt, weil nur der Hirneinfluss auf die motorische Kraft, nicht aber die motorische Kraft des Nerven

unter der verletzten Stelle gelähmt ist. Nur wenn ein Nerve mehrere Monate dem Einflusse der Centraltheile entzogen ist, verliert er, wie meine und Sticker's Versuche (siehe oben p. 552.) gezeigt haben, seine Reizbarkeit ganz.

Beim Menschen und den höheren Thieren verhält sich daher das Rückenmark zum Gehirn gerade so, wie alle Hirnnerven zum Gehirn, und das Rückenmark ist als gemeinsamer Stamm aller Rumpfnerven zu betrachten, obgleich es auch noch eigenthümliche Kräfte vor den Nervenstämmen voraus hat. Durch das Rückenmark werden die Primitivfasern aller Rumpfnerven mit dem Gehirn verbunden, während die Hirnnerven unmittelbar zum Gehirn treten.

Hiernach sind die Folgen der Rückenmarksverletzungen zu beurtheilen. Verletzung des untersten Theiles des Rückenmarkes bewirkt Lähmung der unteren Extremitäten, des Mastdarms, der Blase, Verletzung desselben höher hinauf bewirkt Lähmung jener Theile sammt den Bauchmuskeln, noch höher hinauf Lähmung aller dieser Theile sammt den Brustmuskeln; Verletzung des Rückenmarkes am Halse unter dem 4. Halsnerven bewirkt auch Lähmung der Arme, aber nicht des Zwerchfells, wegen des Ursprunges des N. phrenicus von dem 4. Halsnerven; Verletzung des verlängerten Markes bewirkt Lähmung des ganzen Rumpfes. Wenn eine Verletzung von unten nach aufwärts vorschreitet, so schreitet auch die Lähmung von unten nach aufwärts vor, wie in der Tabes dorsalis. Das Rückenmark verhält sich also hierbei ganz als Stamm der Rumpfnerven. Reizt man den obern Theil des Rückenmarkes mechanisch oder galvanisch, so zucken alle Muskeln des ganzen Rumpfes, gerade so, wie durch Reizung eines Nervenstammes alle Muskeln seiner Zweige zucken. Durchschneidet man einen Nerven, so ist dass dem Hirneinfluss entzogene Stück, wenn es gereizt wird, fähig, Zuckungen in den Muskeln dieses Nerven hervorzurufen; durchschneidet man das Rückenmark eines Thieres, so ist das dem Hirneinfluss entzogene Stück des Rückenmarkes, wenn es gereizt wird, fähig, noch alle Nerven, die von ihm entspringen, und dadurch ihre Muskeln zu excitiren.

Allein das Rückenmark vertritt nicht allein alle Rumpfnerven in genere im Gehirn, sondern auch die einzelnen Primitivfasern der Rumpfnerven; denn die Affection gewisser Theile des Rückenmarkes unterbricht nur den Hirneinfluss zu gewissen Muskeln des Rumpfes, und die Verletzung gewisser Theile des Gehirns hat auch nur die Lähmung gewisser Theile des Rumpfes zur Folge. Die halbseitige Ursache der Lähmung im Gehirn und Rückenmark bedingt auch nur eine halbseitige Lähmung am Rumpfe, und je kleiner die Verletzung, je weniger sie von den den Strängen des Rückenmarkes umfasst, um so weniger Theile sind durch sie dem Hirneinfluss entzogen. Bedenkt man ferner, dass es vom Gehirn abhängt, wie viel Muskeln des Rumpfes jedesmal bewegt werden, so scheint daraus nothwendig hervorzugehen, dass die Primitivfasern der Nervenstämme, welche ins Rückenmark treten, auch im Rückenmark sich nicht verbinden,

sondern parallel neben einander, wie im Stamme eines Nerven zum Gehirn treten, um isolirt dem Gehirn örtliche Empfindungen mitzutheilen, und isolirte Excitationen zur Bewegung zu erhalten. Denn wenn sich die Primitivfasern der Nerven im Rückenmark verbänden, so wäre eine örtliche Empfindung am Rumpfe eben so wenig möglich, als eine isolirte Zusammenziehung einzelner Muskeln am Rumpfe. Auch die Ursache der Zuckungen im Gehirn und Rückenmark wirkt auf einzelne Theile am Rumpfe, und so entstehen auch Empfindungen in einzelnen Theilen des Rumpfes, bei Verletzungen gewisser Theile des Rückenmarks und Gehirns.

Uebrigens ist die Ordnung der Primitivfasern zu Nerven beim Hervortreten aus dem Rückenmark noch nicht vorgebildet, sondern tritt erst durch das bündelweise Zusammenfassen von Wurzelfäden ein. Bekanntlich inseriren sich die vorderen und hinteren Wurzeln in den vorderen und hinteren Strängen in einer seitlichen Linie, jederseits etwas entfernt von der Mittellinie. Sieht man von dem bündelförmigen Zusammenfassen der Primitivfasern zu Nervenstämmen ab, und betrachtet man die Ursprünge der Primitivfasern im Rückenmark hinter einander, ihre Isolation in den Nervenstämmen, ihr Auseinandergehen in der letzten Verzweigung, so gleicht das Rückenmark einem aus Nervenfasern gebildeten Stamme, von welchem ununterbrochen mit Regelmässigkeit vorn und hinten viele Millionen Primitivfasern, theils von motorischer Kraft, theils von sensibler Kraft gleichsam wie Strahlen zu allen Theilen gehen, welche zwischen ihrem Ursprunge im Rückmarke und ihren peripherischen Enden in so viel grössere und kleinere Bündel durch Nervenscheiden zusammengefasst sind, als es Rückenmarksnerven und Zweige derselben giebt. Wir haben aber schon gesehen, dass diess Zusammenfassen ohne alle wahre Verbindung der Primitivfasern, und ohne Mittheilung der Urkräfte der Primitivfasern geschieht.

Die vergleichende Anatomie giebt uns über das Verhältniss der Nerven zum Rückenmarke keine Aufschlüsse. Wir finden sehr abweichende Verhältnisse in der Länge des Rückenmarkes vor. Beim Igel, dessen Hautmuskel eines bedeutenden Nerveneinflusses bedarf, während die Haut, mit Stacheln bewaffnet, wenig der Gefühlseindrücke fähig ist, hört es so frühzeitig auf, dass die hintere Hälfte desselben fehlt; bei den meisten anderen Säugethieren nimmt es fast die ganze Länge des Canalis vertebralis ein, und bei den Kaninchen, Meerschweinchen reicht es, trotz der Kürze des Schwanzes, über die Heiligenbeinwirbel hinaus (Desmoulins, a. a. O. 2. p. 539.); zum Beweise, dass seine Verlängerung nicht allein von der Länge und Stärke des Schwanzes abhängt. Beim Känguruh, wo der sehr starke Schwanz mehr zur Stütze als zum Tasten dient, soll das Rückenmark, nach Desmoulins, nicht länger als bei den Hunden sein; dasselbe soll bei den Affen mit Greifschwänzen sich mit einem noch bedeutenden Volum bis zu den Heiligenbeinwirbeln verlängern. Bei Orthagoriscus mola, einem Fisch, der fast so hoch als lang ist, ist das Rückenmark auf den ersten Blick gar

nicht vorhanden. Das Gehirn endigt in einem äusserst kurzen keilförmigen Stumpfe des Rückenmarkes, von welchem die Wurzeln der Nerven wie Saiten in einer vordern und hintern Reihe neben einander abgehen. Bei den meisten Thieren ist das Rükkenmark ein Strang, der in dem Grade nicht abnimmt, als Nervenwurzeln von ihm abgehen, (wie man besonders bei Fischen, Schildkröten sieht), und der tief unten noch fast eben so dick wie oben ist. Es ist also wahrscheinlich, dass die Primitivfasern des Rückenmarkes vom Gehirn kommend, zwar an den entsprechenden Stellen Wurzelfasern der Nerven abgeben, dass aber noch viele andere Fasern im Rückenmark vorkommen, dass das Rückenmark ausser den Fortsetzungen der Nervenfasern der Nervenwurzeln viele ihm selbst eigene nicht in Nerven übergehende Nervenröhren enthält.

Es ist übrigens noch ungewiss, ob die Fäden der Nervenwurzeln im Rückenmark bis zum Gehirn aufsteigen, oder ob sie im Rückenmark selbst entspringen und mit den Hirnfasern des Rükkenmarks nur in bestimmte Relation kommen. S. oben p. 526.

Die Entdeckung, dass die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven bloss motorisch, die hinteren bloss sensibel sind, hat auf die Geschichte der Lähmungen sehr viel Licht geworfen. Bekanntlich ist zuweilen die Empfindung eines Gliedes, oder der ganzen Seite, oder der ganzen unteren Theile des Körpers gelähmt, während die Bewegung unversehrt ist; in anderen Fällen ist die Bewegung gelähmt und die Empfindung unversehrt; in anderen Fällen sind beide zugleich gelähmt. Nun fragt sich, wiederholt sich der Unterschied der sensoriellen Nerven und motorischen Nerven auch am Rückenmark, laufen die sensoriellen Fasern von den motorischen Fasern des Rückenmarkes verschieden zum Gehirn? Die Verschiedenheit der Lähmungen scheint diess zu beweisen, denn anders ist es unmöglich, jene merkwürdigen pathologischen Thatsachen zu erklären. Aber ein Anderes ist es, bestimmt anzugeben, welches die motorischen, welches die sensibeln Theile des Rückenmarkes sind. Entweder, kann man sagen, sind die vorderen Stränge, aus welchen die motorischen Wurzeln entspringen, selbst bis zum Gehirn motorisch, die hinteren Stränge, aus welchen die sensibeln Wurzeln entspringen, bis zum Gehirn bloss sensibel; oder, könnte man fragen, ist etwa die weisse Rindensubstanz des Rückenmarkes der einen, die graue Substanz der andern Function bestimmt? Für die erste Annahme, welche Bell und Magendie theilen, giebt es keine ganz genügenden Beweise, weder experimenteller noch pathologischer Art. Sichere Experimente sind unmöglich zu machen; denn indem man durch Schnitt auf die hinteren Stränge des Rückenmarkes wirkt, drückt man zugleich die vorderen. So definitiv die Resultate in Hinsicht der vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven sind, so wenig sind sie es in Hinsicht der vorderen und hinteren Stränge des Rükkenmarkes, die sich überdiess als getrennt nicht einmal anatomisch nachweisen lassen. Diess habe ich schon bei Bekanntmachung meiner Versuche über die Wurzeln (*ann. des scienc. nat.*

1831.) erklärt. Magendie (*Journal de physiol.* T. 3. 153.) fand die hinteren Stränge sehr empfindlich, die vorderen nicht empfindlich, aber sie erregten gereizt heftige Zuckungen. Später (*Journ. de physiol.* 3. p. 368.) gab er zu, dass das Resultat nicht absolut sei. Backer (*comment. ad quaest. physiol. Ultraj.* 1830.) fand nach Durchschneidung der vorderen Stränge nur die Bewegung, nach Durchschneidung der hinteren nur die Empfindung gelähmt; er sah bei Thieren, denen er die vorderen Stränge des Rückenmarkes im Rückentheil durchschnitten, nach Vergiftung der Thiere mit Nux vomica bloss in den vorderen Extremitäten Krämpfe entstehen. Seubert's Versuche hatten in Hinsicht der Nervenwurzeln ein entscheidendes, in Hinsicht des Rückenmarkes ein unsicheres Resultat. Die vordere Gegend scheint nach diesen Versuchen vorzüglich, aber nicht allein, der Bewegung vorzustehen, die hintere vorzüglich, aber nicht allein, der Empfindung. Uebereinstimmend damit sind die älteren Versuche von Schoeps (Meckel's *Archiv.* 1827.), wonach die Section der vorderen Stränge des Rückenmarkes die Sensibiliät schwächt, nach der Section der vorderen Stränge eine grössere Sensibilität zurückbleibt, als nach Section der hinteren Stränge, nach der Section der hinteren Stränge die Bewegung der Extremitäten aufhört, die aber wiederkehrt, nach der Section der vorderen Stränge die Bewegung ganz aufhört. Die pathologischen Fälle, die man in Seubert's Schrift (*de funct. rad. ant. et post. nerv. spin. Carlsruhae* 1833.) zusammengestellt findet, bestätigen die Hypothese nur zum Theil, mehrere Fälle sprechen geradezu dagegen, wie auch der Umstand, dass der motorische Nervus accessorius bei Vögeln und Amphibien ganz aus den hinteren Strängen entspringt. Bellingeri (*de medulla spinali. August. Taurin.* 1823.) behauptet, die hinteren Wurzeln hätten einen dreifachen Ursprung von den hinteren Hörnern der grauen Substanz, von der weissen der hinteren Bündel des Rückenmarkes, von den Seitenbündeln; die vorderen Wurzeln auch einen dreifachen Ursprung von den vorderen Bündeln, von den vorderen Seiteneinschnitten, von den Seitenbündeln. Auch lehrt er, dass die innere graue Substanz der Empfindung, die weisse der Bewegung vorstehe, dass die vorderen Stränge des Rückenmarkes und die vorderen Wurzeln der Bewegung der Beugemuskeln, die hinteren der Bewegung der Streckmuskeln bestimmt seien; diess ist wenigstens in Hinsicht der Wurzeln gewiss unrichtig. Ueber den Antheil der grauen und weissen Substanz an den beiden Functionen lassen sich leider durchaus keine sichern Experimente anstellen, und was alle Experimente über die vorderen und hinteren Stränge unsicher macht, ist die Reflexionsfähigkeit des Rückenmarkes, eine sensorielle Affection nach dem motorischen Apparat zu verpflanzen. Wenn z. B. die vorderen Stränge wirklich allein motorisch, die hinteren bloss sensoriell sind, so müsste doch eine Verletzung der hinteren Stränge leicht schon deswegen durch Mitaffection der vorderen Stränge Zuckungen bewirken, weil das Rückenmark bei allen heftigen Verletzungen in den reflectirenden Zustand geräth, wo dann jede Reizung der

sensoriellen Nerven auf das Rückenmark verpflanzt, sich auf die motorischen Nerven reflectirt.

In neuerer Zeit haben Van Deen (*Nadere Ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggemerk. Leiden* 1839.) und Kuerschner (Muell. *Archiv*, 1841. 114.) Versuche bekannt gemacht, welche den Bell'schen Lehrsatz auch in Hinsicht der Rückenmarksstränge zu bewähren scheinen, indess ist Budge (*Untersuchungen über das Nervensystem.* 1841.) weniger entschieden und behauptet, dass Reizung der vorderen Stränge zwar vorzüglich Bewegung, der hintern Empfindung veranlasse, dass es aber keinen Theil des Rückenmarkes gebe, bei dessen Reizung nicht beides eintrete. Nach Stilling soll die hintere weisse Substanz so lange empfindlich, die vordere so lange motorisch sein, als sie noch mit der grauen in Verbindung stehe, dagegen sei die hintere graue Substanz für sich allein die Quelle der Empfindung, die vordere der Bewegung. *Arch. f. physiol. Heilkunde I.* Dagegen behauptet Van Deen (Fror. *N. Not.* 528. 549.) das Rückenmark sei überhaupt nicht empfindlich, sondern nur Leiter des Gefühls, wohl aber könne man durch Reizung der hinteren Fläche des Rückenmarks in verschiedenen Theilen Reflexionsbewegungen hervorrufen.

Diese Widersprüche beweisen hinlänglich, dass dieser Gegenstand noch sehr im Dunkeln ist und rechtfertigen die Art, wie ich mich früher über diesen Gegenstand äusserte.

Die Fasern des Rückenmarkes gelangen durch die Medulla oblongata zum Sensorium commune. Ohne hier die Eigenschaften der verschiedenen Theile des Gehirns, und ohne die übrigen Eigenthümlichkeiten des Rückenmarkes schon hier zu untersuchen, wollen wir hier nur erwägen, dass das Rückenmark die Primitivfasern aller Spinalnerven einzeln durch seine Fasern im Gehirn vertritt, so wie die Hirnnerven durch ihre Primitivfasern sich im Gehirn vertreten. Das Gehirn empfängt die Eindrücke aller sensibeln Fasern des ganzen Organismus; wird ihrer bewusst, und weiss den Ort der Empfindung nach der Affection der verschiedenen Primitivfasern; das Gehirn excitirt wiederum die motorische Kraft aller motorischen Primitivfasern und des Rückenmarkes bei der willkürlichen Bewegung. Wir bewundern in dieser Thätigkeit einen unendlich complicirten und feinen Mechanismus der Anordnung der Elemente, während die Kräfte selbst durchaus ideeller Art sind. So verschieden die Thätigkeit ist, so gleicht doch die Action des Gehirns bei der Erregung eines gewissen Theils unter den unendlich vielen Primitivfasern dem Spiel eines vielbesaiteten Instrumentes, dessen Saiten erklingen, so wie die Tasten berührt sind. Der Geist ist der Spieler oder Excitator, die Primitivfasern aller Nerven, die sich im Gehirn ausbreiten, sind die Saiten, und die Anfänge derselben die Tasten. Niemeyer (*Materialien zur Erregungstheorie. Götting.* 1800.) erklärt die willkürlichen Bewegungen daraus, dass die Spannung der Antagonisten aufgehoben werde; allein einzelne Muskeln bewegen sich, wenn die Antagonisten durchschnitten sind, noch willkürlich.

Die Nervenstämme und das Rückenmark als Stamm der Rumpfnerven gleichen sich auch darin, dass bei Affectionen des letztern Empfindungen scheinbar in den äusseren Theilen entstehen, gleichsam als wären die äusseren Theile selbst der Sitz der Affection. Eben so ist es, wie wir gesehen haben, bei der Affection der Nervenstämme. Beim Druck auf die Nervenstämme entsteht das Gefühl von Ameisenlaufen in der Haut; beim Druck auf das Rückenmark entsteht dieselbe Formication in allen Theilen, welche unter der verletzten Stelle ihre Nerven erhalten. Bei den Geschwülsten der Nerven sind die Theile, zu welchen die Enden der Nerven hingehen, von den heftigsten Schmerzen befallen, beim Durchschneiden der Nervenstämme schmerzen die äusseren Theile; eben so ist es mit dem Rückenmark, welches bei entzündlichen und anderen Affectionen oft die heftigsten Schmerzen scheinbar in den äusseren Theilen erregt. Selbst wenn vollkommene Empfindungslosigkeit für äussere Reize vorhanden ist, können die Verletzungen des Rückenmarkes doch noch subjective Empfindungen erregen, welche scheinbar in den äusseren Theilen sind. Hieher gehört besonders das Ameisenlaufen in den unteren Extremitäten, bei gänzlichem Verlust aller Empfindung für äussere Reize und der Bewegung. Siehe Ollivier *Krankh. des Rückenmarkes, übers. von* Radius. *Leipz.* 1824. p. 156. Allein die subjectiven Empfindungen in den Extremitäten bei vollkommener Empfindungslosigkeit und Lähmung der Bewegungen können auch die heftigsten Schmerzen in den äusseren Theilen sein, wie in dem schon erwähnten Falle von Heydenreich zu Bonn, wo bei Lähmung der Bewegung vollkommene Empfindungslosigkeit in den unteren Extremitäten war, und dennoch von Zeit zu Zeit die heftigsten Schmerzen in den empfindungslosen Theilen sich einstellten. Am häufigsten ist die Formication in den äusseren Theilen als Symptom von Rückenmarksaffection, wo diess Symptom fast niemals fehlt. Die Formication ist hier dasselbe als das Ohrenklingeln für den Hörnerven und die fliegenden Mücken und andere krankhafte subjective Sinneserscheinungen für das Gesichtsorgan; und so wie die subjectiven Sinneserscheinungen, welche von der Bewegung des Blutes in der Netzhaut beim gesunden Menschen entstehen, durch einander springende Pünktchen sind, welche überall zu sein scheinen, wo man hinsieht, so ist die Formication oder das Gefühl von laufenden Punkten wahrscheinlich eine Empfindung der Blutbewegung in den Capillargefässen des kranken Theiles vom Rückenmark, scheinbar in den äusseren Theilen empfunden. In anderen Fällen hat man statt der Formication ein unaufhörliches Jucken in den Beinen bemerkt, welches beim Kratzen nicht verschwindet. Ollivier p. 309.

Unter die subjectiven Empfindungen bei Rückenmarksaffection gehört auch die Aura epileptica der Epileptischen in den Extremitäten, oft zuerst an den Fingern und Zehen, ein der Formication ähnliches Gefühl, welches immer mehr fortschreitet und den Anfall verkündet. Die Erfahrung, dass Umbinden des von der Aura epileptica befallenen Theiles den Anfall oft ver-

hindere, begünstigt die Vorstellung, dass die Aura epileptica ihre Ursache in den Enden der Nerven und nicht im Rückenmark habe. Diess Binden mag wohl als heftiger Hautreiz wirken. Nur bei der Epilepsie von Nervengeschwülsten ist die Aura in den Nerven selbst und hemmt die Ligatur allerdings das Fortschreiten.

Da der Sitz der Empfindungen weder in den Nerven, welche die dazu nöthigen Strömungen oder Schwingungen des Nervenprincips zum Gehirn bringen, noch in dem Rückenmarke ist, welches diese Wirkungen auch wie die Nerven zu dem Sensorium commune leitet, da die Empfindung erst durch die Wirkung der Fasern der Nerven und des Rückenmarkes auf das Sensorium commune in diesem entsteht, so ist es leicht begreiflich, warum das Sensorium commune die Erregungen der Fasern des Rückenmarkes auch wie der Nerven in gleicher Art empfindet, wenn auch die Affection dieser Fasern in verschiedenen Punkten ihrer Länge stattfindet; denn eine auch noch so lange Faser wirkt nur mit ihrem Hirnende auf das Sensorium, und die an verschiedenen Punkten dieser Fasern stattfindenden Irritationen können immer nur durch dasselbe Hirnende der Fasern auf das Sensorium wirken. Wir treffen indess hier bei dem Rückenmark auf denselben Widerspruch, wie bei den Nerven. Gleichwie ein Nervenstamm gedrückt, gestossen, sowohl Empfindungen scheinbar an seinem peripherischen Ende und an dem Stamme selbst bewirkt, wie der Stoss auf den N. ulnaris sowohl Empfindungen im 4. und 5. Finger, als an dem Nervenstamme selbst erregt, so kann auch eine Verletzung des Rückenmarkes sowohl Empfindungen in allen Theilen, deren Nerven unter der verletzten Stelle entspringen, bewirken, als auch der verletzte Theil des Rückenmarkes selbst schmerzhaft empfunden wird. Viele Fälle dieser Art gehören zwar nicht hieher, indem Krankheiten des Rückgrats selbst und der häutigen Umgebungen des Rückenmarkes, ausser den Phänomenen des Drucks auf das Rückenmark nothwendig auch mit Gefühl in den verletzten Umgebungen begleitet sind. Aber es giebt auch reine Rückenmarksschmerzen, Rhachialgie. Auch die Gefühle von Schauder und Rieseln im Rücken müssen im Rückenmark ihren Sitz haben. Die Ursache, warum die Empfindungen bald in den äusseren Theilen, bald im Rückenmarke selbst empfunden werden, ist uns noch unbekannt.

Wir haben bisher die Aehnlichkeiten der Nerven und des Rückenmarkes, oder dasselbe als einen Conductor der von ihm ausgehenden Nerven bis zum Gehirn und umgekehrt betrachtet; wir werden jetzt die Eigenschaften des Rückenmarkes untersuchen, welche es von den Nerven unterscheiden, und welche ihm als Theil des Centralapparates zukommen.

2) *Das Rückenmark als Theil der Centralorgane.* Schon der Bau des Rückenmarkes zeigt, dass dasselbe mehr als einen Conductor der Fasern der Nerven zum Gehirn darstellt; wäre diess der Fall, so müsste das Rückenmark in seinem obern Theile bloss die Summe aller Fasern enthalten, die sich von oben bis unten

aus ihm entwickeln, gleich wie ein Nervenstamm nur alle Fasern zusammen enthält, die bei seiner Verzweigung sich von ihm ablösen. Das Rückenmark müsste also von oben bis unten, je mehr Nerven von ihm abgehen, in demselben Maasse dünner werden, oder einen unten zugespitzten Keil darstellen. Diess ist nicht der Fall, wenn sich auch sein Durchmesser im Allgemeinen von oben nach unten vermindert. Selbst an seinem Ende, wo die letzten Nerven abgehen, enthält es noch mehr Masse, als die Mutterfäden der dort abgehenden Nerven betragen, überdiess schwillt es am Abgang der Nerven der Extremitäten an und bei mehreren Fischen schwillt es sogar an seinem Ende in einen unten zugespitzten Kolben an. (E. H. Weber in Meckel's *Archiv.* 1827. p. 316.) Ausserdem enthält das Rückenmark zweierlei Substanzen, wie das Gehirn. Es lassen sich aber auch die Eigenschaften und Kräfte, wodurch sich diess Organ von den Nerven unterscheidet, deutlich nachweisen.

a) Das Rückenmark besitzt die Fähigkeit, sensorielle Reizungen seiner Empfindungsnerven auf die motorischen Nerven zu reflectiren. Es ist Reflector. Diese Eigenschaft, wodurch auf eine Empfindung Bewegungen erfolgen, ohne dass beiderlei Nerven durch ihre Primitivfasern communiciren, ist schon oben bei der Lehre von der Reflexion untersucht worden. Kein Nerve an sich, der von den Centraltheilen getrennt wäre, besitzt das Vermögen der Reflexion.

Die zum Rückenmarke gelangende Sensation bewirkt beim Salamander nicht allein die Bewegung der unter dem Hautreiz gelegenen Theile, sondern der ganze Rumpf bewegt sich, wenn auch nur die Schwanzspitze gereizt wird. Das Rückenmark dieser Thiere verhält sich daher durchaus anders als ein Stamm von Nerven, denn ein Stamm von Nerven, vom Rückenmark und Gehirn getrennt, empfindet nicht, und bewirkt auch keine Bewegung auf Veranlassung einer Reizung der Empfindungsnerven der Haut.

b) Das Rückenmark ist der Reflexion von Empfindungsnerven auf Bewegungsnerven fähig, ohne selbst zu empfinden. Die Behauptung, dass das Rückenmark auch zu dem Sensorium commune gehöre, stützt sich zum Theil auf die Thatsache, dass bei geköpften Thieren Reize an der Haut des Rumpfes angebracht, Bewegungen in nahen und entfernten Theilen desselben hervorbringen. Allerdings zieht der Rumpf eines Frosches, dessen Hirn vom Rückenmark getrennt ist, auf einen Hautreiz oft ein Glied an. Die Schildkröten thun es auch; diess findet aber seine volle Erklärung in der reflectirenden Function des Rückenmarkes, in dem Vermögen, die centripetale Wirkung eines Empfindungsnerven auf motorische Nerven zu reflectiren. Wir haben früher gezeigt, dass die Reflexion von einer Empfindungsreizung auf einen Bewegungsnerven durch das Rückenmark am leichtesten bei Nerven nahen Ursprunges geschieht; und es darf uns nicht wundern, wenn auf Reizung der Haut des Fusses der Fuss, auf Reizung der Haut des Armes der Arm angezogen wird. Diess geschieht eben so unwillkürlich in heftigen Verbrennungen bei

Menschen, ja es geschieht auch bei jedem Menschen in den Reizungen der Schleimhaut des Schlundes, des Kehlkopfes, der Luftröhre. Immer entstehen dann unwillkürlich die Reflexionsbewegungen am leichtesten an demselben Theile, an dem Schlunde, durch unwillkürliches Schlingen, an dem Kehlkopfe durch Verengerung der Stimmritze u. s. w. Das Anziehen der Extremitäten bei einem geköpften Frosche auf Reizung der Haut derselben geschieht daher eben so wenig bewusst und mit Absicht, als der allgemeine tetanische Krampf bei Berührung der Haut einer geköpften Salamandra maculata oder eines narcotisirten Frosches. Es ist hier nur noch der Beweis zu führen, dass es auch im gesunden Zustande des Menschen reflectirte Bewegungen, nach Erregung von Empfindungsnerven, ohne alles Bewusstseyn giebt. Bei den von dem kranken Magen, Darmkanal, Nieren, Leber, Uterus erregten Erbrechungsbewegungen der Rumpfmuskeln wird die Ursache in Magen, Darm, Nieren, Uterus, Leber sehr häufig und in der Regel nicht empfunden; d. h. die nach dem Rückenmark und der Medulla oblongata gelangende centripetale Erregung der Empfindungsnerven kommt nicht zum Bewusstseyn. Und so sehen wir deutlich, dass das Rückenmark bei der Reflexion nicht nothwendig empfindet, und dass jene Beweise von dem mit Bewusstseyn verknüpften Empfindungsvermögen des Rückenmarkes ungegründet sind. Auch der vom Rumpf getrennte Kopf kann uns Reflexionserscheinungen zeigen, ohne dass eine entfernte Wahrscheinlichkeit vorhanden wäre, dass ein vom Rumpfe getrennter Kopf eines Menschen oder höhern Thieres noch bewusst empfinde. Der mit einer solchen Verletzung verbundene Blutverlust ist grösser, als irgend einer, der beim Menschen gewöhnlich schon das Bewusstseyn nimmt; abgesehen von den anderen Folgen einer solchen Verletzung wie die Zerschneidung des obersten Theiles des Rückenmarkes. Wenn der Kopf eines Hingerichteten bei Reizung des Stumpfes vom Rückenmark Zuckungen in den Gesichtsmuskeln erscheinen lässt, so ist es nicht anders möglich; ja es würde uns nicht einmal wundern, wenn die Reizung der Haut des Kopfes an einem enthaupteten Thiere oder Menschen noch Reflexionsbewegungen bewirkte; denn diess wäre durchaus dasselbe Phänomen, wie die Reflexion an Stücken eines zerstückelten Salamanders; und eben so ist die Erscheinung zu beurtheilen, dass an einem vom Rumpfe getrennten Kopfe einer jungen Katze, welchem man den Finger in den Schlund bringt, der Schlund sich fest um den Finger, wie zum Schlingen anlegt.

c) Das Rückenmark kann, selbst nach der Trennung vom Gehirn, und ohne äussere Reize automatische Bewegungen hervorbringen. Diess ist bei den Nerven, wenigstens denjenigen des Cerebrospinalsystems, nicht der Fall, obgleich die motorische Thätigkeit des sympathischen Systems hierin dem Rückenmark gleicht. Ein Gehirnnerve oder Spinalnerve, der von den Centraltheilen getrennt ist, bewirkt, ohne dass er gereizt wird, keine Bewegungen in den Muskeln mehr; das Rückenmark dagegen kann, auch von dem Gehirn getrennt, noch Entladungen nach den Muskeln bewirken. Die Salamandra maculata steht, wenn man

ihr den Kopf abgeschnitten hat, noch auf ihren Füssen. Der Rumpf der enthaupteten Frösche bewegt sich zuweilen noch, er zieht ein Bein an oder streckt es. Der Aal windet sich nach dem Abschneiden des Kopfes noch geraume Zeit. Bei den Experimenten an Amphibien muss man sehr vorsichtig seyn. Ist der Kopf zu kurz vom Rumpfe abgeschnitten, so enthält das Rumpfstück noch einen Theil des verlängerten Markes, und dann ist allerdings nicht bloss automatische, sondern selbst willkürliche Bewegung des Rumpfes möglich, so gut dem obern Theile des Rumpfes eines hinter dem Kopfe getheilten Frosches noch bewusste Empfindung und Willkür zukommt, wie man deutlich genug in Experimenten sieht. Noch ein anderer Umstand, auf den Marshall Hall (siehe oben p. 726.) aufmerksam gemacht hat, verdient grosse Beachtung. Eine enthauptete Schlange befindet sich in dem zu den Reflexionserscheinungen geneigtesten Zustande. Eine Berührung ihrer Haut ruft reflectirte Bewegungen hervor; durch diese Bewegungen entstehen wieder neue Berührungen an verschiedenen Theilen des Körpers, die immer wieder neue Bewegungen veranlassen. Ist das Thier endlich in Ruhe gekommen, so reicht eine kleine Erschütterung oder Berührung hin, dasselbe Spiel zu wiederholen.

d) Das Rückenmark, zu automatischen Wirkungen auf die Bewegungsnerven fähig, lässt im Zustande der Gesundheit einen grossen Theil der Bewegungsnerven, namentlich die der Ortsbewegung, ruhig, aber auf viele andere Nerven wirkt es in einem fort motorisch, indem es sie in beständigen unwillkürlichen Zusammenziehungen erhält, die erst mit der Lähmung des Rückenmarkes aufhören. Hieher gehören *a.* der Willkür zugleich unterworfene Muskeln, wie der Sphincter ani, *b.* der Willkür entzogene Muskeln, der Sphincter vesicae urinariae, der Darmkanal, das Herz etc. Für diese Wirkungen des Rückenmarkes muss in demselben ein eigener, mit dem Sensorium commune weniger in Wechselwirkung stehender Apparat vorhanden seyn, den wir indess anatomisch nicht nachweisen können. Bei niederen Wirbelthieren kann selbst die Gemeinschaft des Gehirns und Rückenmarkes aufgehoben seyn, und diese motorische Ausstrahlung des Rückenmarkes dauert doch noch auf die Sphincteren fort, wie Marshall Hall bei der Schildkröte sah, deren Sphincter ani nach der Enthauptung geschlossen blieb, und erst nach der Zerstörung des Rückenmarkes sich löste.

e) Das Rückenmark besitzt eine grosse Mittheilbarkeit seiner Zustände von einem Theile desselben auf den andern; hierdurch unterscheidet es sich durchaus von den Nerven. Ein Nerve eines Frosches wird, sofern das Rückenmark nicht irritirt ist, wenn er galvanisirt wird, seinen Zustand nicht so leicht auf das ganze Rückenmark übertragen. Reizt man eine vordere oder hintere Wurzel der letzten Rückenmarksnerven des Frosches, die man durchgeschnitten, an dem mit dem Rückenmarke zusammenhängenden Stücke durch ein einfaches Plattenpaar, so wirkt diess nicht leicht durch das Rückenmark durch bis zu den vorderen Theilen des Körpers, und es entstehen keine Zuckungen

am Kopfe. Reizt man aber das Ende des Rückenmarkes auf diese Art, so zucken auch die Muskeln der vorderen Theile des Körpers. Hieraus begreift man, wie eine Rückenmarkskrankheit, auch wenn sie anfangs ihren Sitz in dem untern Theile des Rückenmarkes hat, allmählig doch, schon durch blosse Wechselwirkung, auch die oberen Rumpftheile, die Theile des Kopfes afficirt, wie z. B. bei der durch Ausschweifungen bedingten Schwäche des unteren Theiles des Rückenmarkes Amblyopie, Ohrensausen etc. vorkommen.

f) Bei einer grossen Irritation des Rückenmarkes, in der Entzündung, nach heftigen Reizungen der Nerven (Tetanus traumaticus), und in der Narcotisation geräth das ganze Rückenmark in diesen Zustand, auch nach allen willkürlichen Muskeln beständige Entladungen zu bewirken. Jene Tension, die es im Zustande der Gesundheit auf die Sphincteren ausübt, ist dann allgemein; es entstehen allgemeine Convulsionen oder tetanische Krämpfe, die sich von Zeit zu Zeit wiederholen, und in manchen Muskeln, wie den Kaumuskeln, selbst anhaltend sind. Diese Zustände sind bald acut, wie in den oben angeführten heftigen Verletzungen, bald chronisch, wie in der Epilepsie, mag die Irritation nun von Krankheiten der Centralorgane selbst (Epilepsia cerebralis, spinalis), oder von einzelnen Nerven, z. B. Nervengeschwülsten, sich ausbreiten. Eine ähnliche, aber geringere Reizbarkeit des Rückenmarkes mit leicht abwechselnden Bewegungen zeigt sich auch in den clonischen Krampfformen, Chorea St. Viti etc.

g) Bei der Narcotisation durch die Gifte, welche Krämpfe erzeugen, ist das Rückenmark und nicht die Nerven die Ursache der krampfhaften Bewegungen. Wenn man ein Thier durch Nux vomica oder Strychnin vergiftet, und vorher die Nervenstämme der Extremitäten durchschneidet, so entstehen bei dem erfolgenden Starrkrampfe keine Krämpfe in den Theilen, deren Nerven vorher durchschnitten waren. Es geht daraus hervor, dass jene Gifte auf die Centraltheile, und durch diese auf die Nerven wirken. Wenn man das Rückenmark selbst vor der Vergiftung eines Thieres, oder nach derselben durchschneidet, so erfolgen die Krämpfe dennoch in den Theilen hinter dem Durchschnitt. Diese Gifte wirken daher auf jeden motorisch geladenen Theil des Rückenmarkes bis zum Tode. Backer *commentatio ad quaestionem physiologicam. Traject.* 1830.

h) Das Rückenmark ist aber durch seine motorische Spannung die Ursache der Kraft unserer Bewegungen. Die Intensität unserer Kraftanstrengungen hängt grossentheils von diesem Organe ab. Wenn auch der grösste Theil der motorischen Nerven in der Regel, ohne das Hinzukommen der Willensbestimmungen, von ihm unthätig gelassen wird, so hängt von ihm doch die Stärke und Dauer der motorischen Entladungen ab, welche das Sensorium commune willkürlich bewirkt. Beständig enthält diess Organ gleichsam einen Vorrath von motorischer Kraft, und wenn es durch die Fortleitung der Nervenfasern vom Gehirn aus als Conductor der von dem Sensorium commune ausgehenden Oscillation wirkt, so hängt die Intensität der erfolgenden Wirkung

nicht bloss von der Stärke des Willens, sondern von dem Quantum des in dieser Säule angehäuften motorischen Nervenprincipes ab. Daher kann das Rückenmark auch seine Fähigkeit als Conductor behalten, während es die zweite Eigenschaft, die Kraft der Muskelbewegung, aufgegeben hat; diess geschieht bei der Tabes dorsalis. Bei dieser nur nach Ausschweifungen erfolgenden Krankheit mit Atrophie des Rückenmarkes, ist anfangs kein einziger Muskel der unteren Extremitäten gelähmt, alle gehorchen, und selbst in einem vorgerückten Stadium der Krankheit noch dem Willen, der Kranke kann alle Bewegungen ausführen, und das Rückenmark ist offenbar noch ein unversehrter Conductor für die von dem Sensorium commune ausgehende Oscillation oder Strömung. Aber die Kraft der Bewegungen ist erloschen; der Kranke kann nicht lange stehen, gehen, und die Abnahme der Kräfte nimmt immer fort bis zum gänzlichen Erlöschen zu, worauf die Lähmung vollkommen ist. Man muss diese Art der Lähmungen sehr von anderen unterscheiden, wo die Leitung in der motorischen Säule an einer Stelle unterbrochen ist, die entsprechenden Muskeln dem Willen nicht mehr gehorchen, und alle übrigen die ganze Kraft der Bewegung behalten können.

i) Das Rückenmark ist die Ursache der Potenz und der geschlechtlichen Spannung; die Ausübung des Geschlechtstriebes ist durch dasselbe bedingt. Unstreitig ist das Rückenmark bei dem Coitus am meisten in Affection; man sieht diess aus den heftigen Reflexionsbewegungen, die nach den Empfindungsreizungen der Ruthennerven folgen, aus den Reflexionsbewegungen der Samenbläschen und der Dammmuskeln. Die auf die Ausübung des Geschlechtstriebes folgende Abspannung kann nur in dem Rükkenmarke ihren Grund haben. Erst allmälig wird dieses Organ wieder in die zum Geschlechtstriebe nöthige Tension seiner Kräfte versetzt; es entsteht wieder jener Ueberfluss, jene Spannung des wirksamen Princips in diesem Organe, wo jede Stimmung des Sensoriums auf geschlechtliche Gegenstände Erection bewirken, wo die Vorstellung den geladenen Zustand des Rückenmarkes gleichsam entladen kann, um auf den von ihm ausstrahlenden organischen Nerveneinfluss jene Anhäufung des Blutes in der Ruthe zu bewirken. Diese Potenz des Rückenmarkes geht aber durch Affectionen des Rückenmarkes auch verloren.

k) Wie diess Organ auf die organisch-chemischen Vorgänge des Capillarsystems durch die organischen Nerven Einfluss hat, sieht man nicht allein an der veränderten Hautabsonderung bei Ohnmachten, sondern deutlicher noch an der Beschaffenheit der Haut bei Menschen, bei denen das Rückenmark durch Ausschweifungen gelitten hat. Wenn nämlich die Ausübung des Coitus zu häufig auf einander erfolgt, so tritt nicht allein Kraftlosigkeit ein, sondern auch verminderter Turgor der Haut, verminderte Perspiration, Trockenheit derselben, verminderte Wärmeerzeugung, Kaltwerden der Füsse, Hände, Genitalien.

l) Dieses Organ ist auch der Gegenstand einer krankhaften Impression bei allen fieberhaften Affectionen, und die dem Fieber eigene Veränderung der Sensationen, der Bewegungen und

der organischen Wirkungen, Absonderungen, Wärmeerzeugung sind nur durch den Antheil eines solchen Organes erklärlich, wie dasjenige ist, dessen Eigenschaften wir in diesem Capitel zu zergliedern gesucht haben. Da die Affektionen der Cerebrospinalnerven nicht leicht Fieber, sondern leichter andere Nervenkrankheiten erregen, und da das Fieber durch nichts leichter, als durch Veränderung der Capillargefässactionen in irgend einem Theile, sey es nun Veränderung des Zustandes der Schleimhäute, oder Entzündung in irgend einem Organe, entsteht, so liegt es sehr nahe, anzunehmen, dass bei dem Fieber eine solche auf das Rückenmark verpflanzte und von dort auf alle Nerven reflektirte Impression stattfinde, welche von einer heftigen Affektion der organischen Nerven irgend eines Theiles (bei Entzündung oder anderer Reizung) ausgeht.

Was die organischen Wirkungen des Rückenmarkes, verglichen mit denen des Gehirns, betrifft, so wissen wir aus Flourens Versuchen und den Bestätigungen von Hertwig, dass ein Vogel nach Wegnahme der Hemisphären des grossen Gehirns, wenn man ihm das Futter einstopft, doch noch geraume Zeit ernährt werden kann, ohne abzumagern. Hertwig, *Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol.* 1826.

III. Capitel. Vom Gehirn.

I. Vergleichung des Gehirns der Wirbelthiere.

In keinem Theile der Physiologie kann man grössere Anforderungen an die vergleichende Anatomie machen, als in der Physiologie des Gehirns. Hier zeigen sich nach der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten in den verschiedenen Classen die grössten Unterschiede, welche für die Deutung der Hirntheile von der grössten Wichtigkeit sind; aber auch die Nothwendigkeit, über die Bedeutung der Hirntheile Versuche an Thieren anzustellen, macht uns die Vergleichung der Gehirne der Thiere so unentbehrlich. Daher habe ich für nöthig gehalten, vor der Untersuchung der Eigenschaften und Kräfte des Gehirns eine Vergleichung des Gehirns der Wirbelthiere vorauszuschicken. Diese Betrachtungen müssen von dem Fötuszustande des Gehirns des Menschen und der höheren Thiere ausgehen, weil dieser, wie überhaupt bei Vergleichungen dieser Art, mehr sichere Vergleichungspunkte darbietet.

Schon bei einer oberflächlichen Vergleichung des Gehirns des Menschen mit dem der höheren Wirbelthiere zeigt sich, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, welche mit ihrem hintern Theile beim Menschen nicht allein die Vierhügel, sondern selbst das kleine Gehirn überragen, ohne mit den Theilen, welche sie bedecken, zu verschmelzen, bei den Thieren sich mehr und mehr nach vorn zurückziehen, und die bei dem Menschen bedeckten Theile von oben frei lassen. Bei den Nagethieren sehen wir schon das kleine Gehirn frei, bei den Vögeln sind es auch die

Vierhügel, und noch mehr ist diess bei den Amphibien der Fall. In demselben Grade, als sich die Hemisphären verkleinern, vergrössern sich bei den Thieren die Vierhügel, und wenn diese bei den Amphibien noch bedeutend kleiner als die Hemisphären des grossen Gehirns sind, so ist bei den Fischen das Verhältniss dieser Theile so verändert, dass man in Zweifel ist, was man für das eine und für das andere halten soll. Das Gehirn dieser Thiere zeigt uns nämlich nur eine Reihe von theils paarigen, theils unpaarigen Anschwellungen. Die hinterste unpaarige, über dem verlängerten Marke gelegene, den vierten Ventrikel deckend, ist das kleine Gehirn; vor ihm liegt ein Hügelpaar, oft das grösste, hohl in seinem Innern, von welchem grösstentheils die Sehnerven entspringen; vor diesen liegen ein Paar solide Anschwellungen, in der Mitte noch zusammenhängend, und vor diesen oft noch zwei von einander abgesonderte Anschwellungen am Ursprunge der Geruchsnerven. Nur das Fötusgehirn der höheren Thiere gleicht einigermaassen dem Hirn der niederen Wirbelthiere; denn die Hemisphären sind klein, überragen anfangs weder das kleine Gehirn, noch die Vierhügel, und es giebt eine Zeit, wo die Vierhügel nicht kleiner sind als die Hemisphären des grossen Gehirns. In diesem Falle findet man eine ähnliche Reihe von Anschwellungen, wie am Gehirn der Fische, zu hinterst das unpaare kleine Gehirn; vor ihm die grossen blasigen Vierhügel, noch nicht in das vordere und hintere Paar abgetheilt, im Innern hohl (Ventriculus Sylvii, wo später der Aquaeductus Sylvii ist); vor ihnen die Hemisphären, bei den Säugethieren mit den Lobi olfactorii an ihrem vordern Ende. Siehe Tiedemann a. a. O. Das Gehirn der Säugethiere ist indess in der jüngsten Zeit des Fötuslebens nicht hinreichend genau bekannt, um fruchtbare Vergleichungen mit dem der Fische anzustellen. Hierzu sind nur von Baer's Beobachtungen am Hühnerembryo (Burdach's *Physiologie*. 2.) geeignet. Nach von Baer's Untersuchungen zeigt das Gehirn des Vogelembryos von hinten nach vorn folgende Anschwellungen:

1) Das unpaare kleine Gehirn, den vierten Ventrikel über der Medulla oblongata überdeckend, vor ihm

2) die Blase der Vierhügel, von welchen vorzüglich der N. opticus entspringt, hohl in ihrem Innern, mit dem Ventriculus Sylvii, der auch in den, beim Erwachsenen aus einander nach unten gedrängten Vierhügellappen oder Lobi optici enthalten ist.

3) Die Blase des dritten Ventrikels. Der dritte Ventrikel, welcher von den Sehhügeln seitlich und von dem Trichter unten begrenzt wird, ist nämlich beim Embryo noch nicht von den noch sehr kleinen Hemisphären bedeckt; aber gleichwohl ist er anfangs oben nicht offen, vielmehr besitzt er eine blasige Decke, welche erst später in der Mittellinie vorn eine Spalte erlangt, indem diese Blase in der Mittellinie von vorn nach hinten aufreisst, während sich der hintere Theil der Decke zur spätern Zirbel zusammenzieht, so dass die spätern Schenkel der Zirbel die frühere Ausdehnung der mittlern Decke andeuten. In der Blase des dritten Ventrikels sind die Sehhügel enthalten.

4) Vor der Blase des dritten Ventrikels liegt die Doppelblase der Hemisphären, hohl und auf ihrem Boden die gestreiften Körper enthaltend. Diese Blase, anfangs kleiner als die Blase der Vierhügel oder Lobi optici, vergrössert sich und wächst nach hinten allmälig über die Blase des dritten Ventrikels und seine Spalte hinüber; anfangs ist diese Blase an ihrer hintern Grenze gegen die Blase des dritten Ventrikels nicht eingerissen, d. h. die Fissura cerebri magna des grossen Gehirns, durch welche man beim Erwachsenen unter dem hintern untern Rande der Hemisphären in die Höhle der Hemisphären gelangt, ist anfangs nicht vorhanden; so dass man zu einer gewissen Zeit nur durch die Spalte der Blase des dritten Ventrikels in die Blasen der Hemisphären, die mit der Blase des dritten Ventrikels zusammenhängen, kommen kann. Nachdem aber die Grenze, wo der untere hintere Rand der Hemisphärenblasen, welche die Blase des dritten Ventrikels beutelförmig hinten überragen, und der vordere Rand der letzten Blase zusammenhängen, jederseits eine Querspalte erhalten hatte, ist die Fissura cerebri magna entstanden, durch welche man bekanntlich beim Gehirn des Erwachsenen nach Wegnahme der Gefässhaut, unter den hinteren Schenkeln des Fornix in die Seitenventrikel gelangen kann.

Hierauf lassen wir eine kurze Beschreibung des Fischgehirns folgen. Am besten geht man mit Cuvier von dem Cerebellum aus, über welches kein Zweifel obwalten kann.

1) Cerebellum, es ist unpaarig, liegt quer über dem verlängerten Marke, und deckt den vierten Ventrikel, der sich unter ihm nach hinten, wie bei allen Thieren, öffnet.

2) Lobi optici. Vor dem kleinen Gehirn liegen oben ein Paar hohle Lappen, an einer Mittelfurche ihrer obern Wand verbunden; sie geben dem N. opticus den Ursprung, und dürfen mit dem Thalamus der höheren Thiere nicht verwechselt werden. Ihre Wände enthalten zwei Faserschichten, die äussere Lage streicht von hinten und aussen nach unten und innen, die innere Lage strahlt von unten nach aussen und oben in den Wänden der Lobi optici aus. Auf dem Boden liegen (nur bei den Knochenfischen) zwei Paar Körperchen, die aussen von einem grauen Wulst umgeben sind, von welchem die innere Ausstrahlung ausgeht; vor diesen ist eine Vertiefung, der dritte Ventrikel, der zur Hypophysis führt; vor dem dritten Ventrikel ist die vordere Commissur. Von diesen Lappen gehen die Sehnerven ab, und zwar von der äussern Faserschicht. Vor den grauen Körperchen öffnet sich die unter ihnen aus dem vierten Ventrikel kommende Wasserleitung in den dritten Ventrikel. Am vordern Ende der Lobi optici, zwischen diesen und den Lobi anteriores, befindet sich in der Mittellinie eine Oeffnung, welche schlecht zu der Ansicht derjenigen passt, welche diese Lappen mit den Hemisphären der höheren Thiere vergleichen. Der N. trochlearis entspringt hinter den Lobi optici, und hinter den grauen Körperchen vor dem kleinen Gehirn.

3) Unter den Lobi optici liegen an der Basis des Gehirns vor der Medulla oblongata zwei kleine Anschwellungen, Lobi in-

feriores; auch von ihnen gehen nach Cuvier Fasern zum Sehnerven ab, was Gottsche läugnet. Sie enthalten selten eine Höhle, die mit dem dritten Ventrikel communicirt.

4) Lobi anteriores; sie sind grau, liegen vor den Lobi optici, sind in der Regel kleiner als jene, ausserordentlich gross sind sie bei den Rochen und Haien; sie sind in der Mittellinie verbunden durch eine oder zwei Commissuren; ihre Oberfläche zeigt zuweilen Windungen. Sie sind nicht hohl; ausser bei den Haien und Rochen, wo sie grösser sind als die Lobi optici. Von ihnen entspringen die Geruchsnerven entweder unmittelbar oder mit einer Anschwellung; diese Anschwellungen der Geruchsnerven, Lobi olfactorii, sind dann aber von einander getrennt und ohne Commissur.

5) Bei vielen Fischen findet sich eine Art Glandula pinealis; sie liegt dann vor den Lobi optici, und ist durch zwei Schenkel an die hintere Basis der Lobi anteriores befestigt.

6) Die meisten Fische haben Anschwellungen des verlängerten Markes, welche dem Ursprunge des N. vagus entsprechen, Lobi posteriores. Cuvier, *Hist. nat. des poissons. T.* 1.

Bedenkt man, dass am Ursprunge der N. olfactorii aus den Lobi anteriores oft ein Tuberculum olfactorium sich befindet, aus den Lobi optici die Sehnerven, aus den Lobi posteriores die N. vagi entspringen, so sieht man deutlich, wie die Lappen des Gehirns der Fische grossentheils durch Centralmassen für die Hauptnerven entstehen, gleich wie selbst am Rückenmark der Triglen, wo die grossen Nerven für die freien Fortsätze unter ihren Brustflossen entspringen, eine Reihe von fünf Paar Anschwellungen, und am Ursprunge der Armnerven und Schenkelnerven am Rückenmark bei allen Wirbelthieren Anschwellungen des Rückenmarkes sich befinden.

Ueber die Deutung des Fischgehirns im Vergleiche mit dem Gehirne der höheren Thiere giebt es folgende Ansichten.

1) Einige, wie Cuvier, vergleichen die Lobi optici der Fische mit den Hemisphären des grossen Gehirns der höheren Thiere; diese stützen sich auf die Existenz des dritten Ventrikels auf dem Boden des mittlern Theiles der Lobi optici, auf die vor diesem Ventrikel befindliche Commissur; sie vergleichen die Anschwellungen hinter dem dritten Ventrikel auf dem Boden der hohlen Lobi optici mit den Vierhügeln; die Lobi olfactorii vor den Lobi optici vergleichen sie mit den Lobi olfactorii der Amphibien, Vögel und Säugethiere am Anfange ihrer Hemisphären. Gottsche, dessen treffliche und genaue Arbeiten *über das Gehirn der Fische*, in Mueller's *Archiv* 1835 mitgetheilt sind, neigt sich ebenfalls zu dieser Ansicht hin. Dagegen spricht die Lage der Zirbel vor den Lobi optici, die, wenn diese die Hemisphären repräsentirten, vor den Vierhügeln liegen müsste, die Kleinheit der Hügelchen auf dem Boden der hohlen Lobi optici, da hingegen die Vierhügel der Vögel und Amphibien sehr gross und hohl sind; die Commissuren der sogenannten Lobi anteriores der Fische sprechen nicht dagegen, da auch die Lobi der Geruchsnerven bei den höheren Thieren eine Commissur haben.

2) Die Meisten, wie Arsaky, Carus (er nennt die Lobi optici Sehhügel), Tiedemann, Serres, Desmoulins halten die Lobi optici für Analoga der Vierhügel der höheren Thiere, die vor ihnen liegenden meist soliden Lappen für die Hemisphären; und diese stützen sich auf die Grösse der Vierhügel, und ihre Hohlheit bei den Vögeln und Amphibien, als Theile, die nach abwärts an Grösse immer zunehmen, auf den theilweisen Ursprung der Sehnerven aus den Corpora quadrigemina bei den höheren Thieren, auf die sehr bedeutende Grösse uud Hohlheit der Corpora quadrigemina bei dem Fötus der höheren Thiere, welche zu einer gewissen Zeit des ersten Fötuslebens sogar alle Theile des Gehirns an Grösse übertreffen. Für diese Ansicht spricht auch die Lage der Zirbel vor den Lobi optici der Fische. Dagegen sprechen aber die Solidität der vor den Lobi optici liegenden Lappen, die man mit den Hemisphären vergleicht (sie sind nur bei den Knorpelfischen hohl), die Anschwellungen auf dem Boden der Lobi optici, die in den Corpora quadrigemina der höheren Thiere nicht vorkommen, die Lage des dritten Ventrikels auf dem Boden der Lobi optici und die Commissur vor diesem Ventrikel.

3) Treviranus vergleicht die Lobi optici der Vögel mit dem hintern Theile der Hemisphären der Säugethiere mit sammt den Vierhügeln, namentlich der Vereinigung der Corpora geniculata mit den Vierhügeln; vorzüglich gründet sich diese Ansicht darauf, dass in die hohlen Lobi optici der Vögel und Amphibien der hintere Theil der Sehhügel hineinragt. Hiernach wären nun die Lobi optici einer Vereinigung des hintern Theiles der Hemisphären mit den Wänden der beim Fötus ganz hohlen Vierhügel gleich zu achten.

4) Nach meiner Meinung entsprechen die Lobi optici der Fische den Lobi optici oder der Blase der Vierhügel und zugleich der Blase des dritten Ventrikels des Vogelfötus. Diese Ansicht wird definitiv bewiesen durch den Bau des Gehirns bei den Petromyzon, wo die Lobi optici in einen Lobus ventriculi tertii, aus dem die Sehnerven entspringen, und in die Blase der Vierhügel zerfallen sind, während bei den übrigen Fischen beide eine gemeinsame Blase darstellen, in deren Boden der Grund des dritten Ventrikels ist. Der Lobus ventriculi tertii der Petromyzon hat oben und vorn die Spalte, welche sich in der Blase des dritten Ventrikels des Vogelfötus bildet, und jene Spalte bei den Petromyzon kommt wieder am vordern Theil der Lobi optici der übrigen Fische vor. Hieraus geht zugleich hervor, dass die Lobi optici der Fische und der übrigen Thiere noch sehr verschieden sind. Die Lobi optici der Amphibien und Vögel sind die Vierhügelblasen des Vogelfötus und Säugethierfötus. Siehe Mueller's *Archiv*. 1834. p. 62. Die Lobi inferiores der Fische werden von Desmoulins mit den Corpora mammillaria der Säugethiere, von Cuvier mit den Lobi optici der Vögel verglichen, die noch tiefer herabgestiegen wären. Indessen sind die Lobi optici der Vögel, obgleich sie ganz aus einander und nach unten und aussen gedrängt, nur durch eine Querbinde vereinigt sind, offenbar die grossen

Vierhügeln des Fötus der Säugethiere zu vergleichen. Gottsche läugnet die Fasern des Sehnerven von den Lobi inferiores.

Vergleicht man die Amphibien und Vögel mit den Säugethieren, so zeigt sich, dass die ersteren zwar den Fornix, aber noch nicht die grosse Commissur der Hemisphären, das eigentliche Corpus callosum besitzen, welches zuerst bei den Säugethieren vollständig auftritt; dass ihre Lobi optici noch hohl sind, während die Vierhügel der Säugethiere nur den Aquaeductus Sylvii, und nur im Fötuszustande eine Höhlung enthalten, und dass die Lobi optici noch nicht wie die Corpora der quadrigemina der Säugethiere in ein vorderes und hinteres Hügelpaar zerfallen. Die Eminentiae candicantes werden noch vermisst. Auch fehlt den Vögeln und Amphibien der aussen sichtbare Theil des Pons Varolii, welcher letztere ihnen indess mit Unrecht abgesprochen wird, weil die tiefern Querfasern zwischen den Bündeln der Medulla oblongata auch bei den Säugethieren und dem Menschen doch zum Pons gehören. Die Seitentheile des kleinen Gehirns sind weniger als bei den Säugethieren ausgebildet. Die Säugethiere, mit dem Menschen verglichen, zeigen immer noch eine relativ geringere Ausbildung der Hemisphären; so dass vielen die Abtheilung des Gehirns in mehrere Lappen ganz abgeht, und erst die Wiederkäuenden, Reissenden, Dickhäutigen und die Einhufer eine deutlichere Abtheilung in zwei Lappen zeigen, die mehr dem vordern und mittlern als hintern Lappen des Gehirns des Menschen entsprechen, womit der Mangel des hintern Horns der Seitenventrikel bei den meisten (mit Ausnahme der Affen, Seehunde, Delphine) übereinstimmt. Auch die Windungen sind bei vielen Säugethieren, wie den Nagethieren, Fledermäusen, dem Maulwurf, dem Igel, den Gürtelthieren und Ameisenfressern noch kaum angedeutet, und nur bei den reissenden Thieren, den Wiederkäuern, Einhufern, Dickhäutigen und Affen deutlich, aber einfacher als bei dem Menschen. S. Carus *vergl. Zoot.* 1. 75. Die untere Commissur des kleinen Gehirns, Pons Varolii, erscheint zwar bei den Säugethieren schon aussen sichtbar, ist aber noch schmal; daher man die Pyramiden des verlängerten Markes in ihrem Verlaufe weiter bloss liegen sieht, wo sie beim Menschen von der untersten Lage der Querfasern des Pons viel mehr bedeckt werden. Bei vielen Säugethieren sind auch Bündel der Querfasern, welche das verlängerte Mark umfassen, hinter der eigentlichen Brücke liegend, von dieser getrennt. Treviranus *vermischte Schriften.* 3. 12.

An dem verlängerten Marke sieht man die olivenförmigen Körper weder äusserlich gut, noch die zackige Figur im Innern deutlich, die markigen Querstreifen auf dem Boden der vierten Hirnhöhle fehlen in der Regel, und das kleine Gehirn besitzt eine geringere Zahl der Blätter, wie es im Allgemeinen an Grösse dem menschlichen nachsteht; dahingegen die Flocken, wie bei den Vögeln stärker entwickelt sind, und wie dort oft eigene Vertiefungen des Felsenbeines in Anspruch nehmen. Die Lobi olfactorii am vordern Ende der Hemisphären des grossen Gehirns der Vögel sind in den Riechkolben der Säugethiere noch vor-

handen, die sich aber von den Riechnerven des Menschen darin unterscheiden, dass sie hohl sind, und dass ihre Höhlen in unmittelbarer Verbindung mit den Seitenhöhlen der Hemisphären des grossen Gehirns stehen.

II. Von den Kräften des Gehirns und von den Seelenthätigkeiten im Allgemeinen.

Das Gehirn der Thiere vergrössert sich von den Fischen bis zum Menschen, nach der Entwickelung der intellektuellen Fähigkeiten, mehr und mehr. Aus den von Carus (*Lehrbuch der vergl. Zootomie*) angegebenen Verhältnissen ergiebt sich, dass es sich zur Masse des ganzen Körpers bei Gadus lota wie 1 : 720, beim Hecht wie 1 : 1305, beim Wels wie 1 : 1837, beim Salamander wie 1 : 380, bei der Landschildkröte wie 1 : 2240, bei der Taube wie 1 : 91, beim Adler wie 1 : 160, beim Zeisig wie 1 : 231, bei der Ratte wie 1 : 82, beim Schaf wie 1 : 351, beim Elephanten wie 1 : 500, beim Gibbon wie 1 : 48, beim Winselaffen wie 1 : 25 verhält. Das grösste Gehirn eines Pferdes wiegt nach Soemmerring 1 Pfund 14 Loth, das kleinste eines ausgewachsenen Menschen 2 Pfund 11 Loth; doch zeigt das Pferdegehirn auf seiner Grundfläche gegen zehnmal dickere Nerven als das des Menschen. Das Gehirn von einem 75 Fuss langen Wallfische unseres Museums wog 5 Pfund $10\frac{1}{4}$ Loth, das Gehirn des Menschen dagegen wiegt nach Soemmering 2 Pfund 11 Loth bis 3 Pfund $3\frac{3}{4}$ Loth. Bedenkt man nun, dass das Rückenmark bei weitem weniger bei den niederen Wirbelthieren abnimmt, indem es sich z. B. bei Gadus lota zur Masse des Körpers wie 1 : 481, bei Salamandra terrestris wie 1 : 190, bei der Taube wie 1 : 305, bei der Ratte wie 1 : 180 verhält, so ergiebt sich deutlich, dass die Entwickelung der intellektuellen Fähigkeiten in der Thierwelt nicht von der Stärke des Rückenmarkes, sondern des Gehirns abhängig ist. Wir sehen aus den bedeutenden Variationen des Verhältnisses in einer und derselben Classe, dass die Grösse des Gehirns im Allgemeinen auch hier nicht genau auf die Beherrschung der Masse des Körpers berechnet ist, dass die Stärke der motorischen Apparate für die Beherrschung der Muskelmassen nicht in ihm, sondern in dem Rückenmarke zu suchen ist.

Indessen schreiten nicht alle Theile des Gehirns in der Thierwelt mit der Entwickelung der intellektuellen Fähigkeiten gleich fort. Das Uebergewicht des Gehirns der höheren Thiere über das der niederen entsteht vorzüglich nur durch die Ausbildung der Hemisphären des grossen Gehirns. Das kleine Gehirn ist zwar bei den höheren Thieren verhältnissmässig auch grösser als bei den niederen, aber in einem weit schwächeren Verhältnisse. Die Vierhügel sind geradezu verhältnissmässig kleiner, und eben so sind das verlängerte Mark und seine Verzweigungen in das Gehirn bei dem Menschen verhältnissmässig nicht grösser als bei irgend einem Thiere. Durch diesen Theil müssen bei allen Thieren auf gleiche Art alle Nervenfasern des ganzen Rumpfes in

das Gehirn eintreten. Wir sehen daraus schon vorläufig, dass das Gehirn Theile enthält, die bei allen Wirbelthieren eine gleiche Bedeutung haben und gleich wichtig für das Leben sind; wie denn in der That die Verletzung der Medulla oblongata für alle gleich tödtlich, gleichsam das Centrum des Lebens und aller willkürlichen Bewegungen angreift, während die Verletzung der Hemisphären bei den Amphibien eine weit geringere Störung in den Lebensverrichtungen erzeugt, als die Verletzung dieser Theile bei den mit höheren intellektuellen Fähigkeiten begabten Wesen.

Ohne indess jetzt schon die Kräfte der verschiedenen Hirntheile ausser den intellektuellen Fähigkeiten zu untersuchen, wollen wir zuerst das Verhältniss der Seelenthätigkeit zu dem Gehirn überhaupt betrachten. Die vergleichende Anatomie zeigt uns schon, dass wir in dem Gehirn die Quelle der intellektuellen Fähigkeiten suchen müssen, und sowohl die Versuche an den Thieren, als die Geschichte der Verletzungen desselben im Vergleich mit anderen Organen, bestätigen es. Es ist nun hier zu beweisen, dass die Seelenfunktionen in keinem andern Theile des Nervensystems, noch des Körpers überhaupt, als in dem Gehirn stattfinden.

Was zuerst die Nerven betrifft, so zeigen die Folgen ihrer Verletzung, dass sie von dem Hirneinflusse getrennt, auch dem Willenseinflusse und dem Bewusstwerden ihrer Zustände entzogen sind; das Rückenmark verhält sich in dieser Hinsicht ganz gleich den Nerven. Jede Rückenmarksverletzung entzieht mit dem Hirneinflusse auch den Willenseinfluss auf alle unter der verletzten Stelle abgehende Nerven, dahingegen alle über der verletzten Stelle des Rückenmarkes, so wie der obere Theil durchschnittener Nerven noch Empfindungen zum Bewusstsein bringen können, und den Willenseinfluss von dem Gehirne aus erfahren; der vordere Rumpftheil des Frosches hinter dem Kopfe von dem Stamme getrennt, empfindet noch und bewegt sich noch willkürlich. Durch diese Theilung hat also das Organ der intellektuellen Vermögen nichts von seinen Kräften, sondern nur an dem Bereich der Theile, über welche es herrscht, verloren, gerade so, wie der Amputirte durch den Verlust seiner Glieder nichts von seinen intellektuellen Fähigkeiten, sondern nur an Mitteln einbüsst, sie handelnd zu äussern.

Noch weniger als das Rückenmark kann irgend ein anderer Theil des Rumpfes der Sitz der Seelenfunktionen sein. Die Glieder können amputirt werden; die Eingeweide können brandig, d. h. todt sein, und die Seele kann klar sein, so lange das Leben in diesen Fällen besteht; ja es kann nach dem Eintritt des Brandes in einer entzündlichen Krankheit sogar die ganze Klarheit des Bewusstseins, die verloren war, wieder eintreten. Dass in entzündlichen Krankheiten wichtiger Eingeweide oft Delirien eintreten, darf uns nicht wundern; denn von jeder Stelle des Körpers, auch von solchen, die man ohne Verlust der Seelenfähigkeiten amputiren kann, wie die Extremitäten, kann eine heftige entzündliche Affektion durch die auf das Sensorium commune gemachte heftige Impression Delirium erzeugen. Eine heftige

Hautentzündung bewirkt Delirium: warum sollte es nicht die Entzündung eines Eingeweides thun; und doch kann jener Theil der Haut mit dem ganzen Gliede fehlen, und die Seele nichts entbehren. Hört nun dieser heftige Eindruck eines kranken Theiles auf die Centralorgane durch den Brand oder Tod dieses Theiles auf, so ist auch gleichsam der Schleier gehoben, welcher das Sensorium commune klar zu wirken hinderte, und auf kurze Zeit bis zu dem Tode tritt die ganze Klarheit des Bewusstseins oft wieder ein. Auf diese Art lässt sich zeigen, dass alle in dem Unterleibe enthaltenen Eingeweide der Sitz von Seelenfunktionen nicht sein können. Die entzündlichen Krankheiten der in der Brusthöhle enthaltenen wichtigen Theile, der Lungen und des Herzens können schon tödten, ehe es zu einer Störung des Sensoriums kommt. Wir können indess an ihren chronischen Krankheiten, an ihren Degenerationen auch mit Evidenz zeigen, dass sie der Sitz von Seelenverrichtungen nicht sind. Der Lungenkranke verliert nichts von seinen Seelenkräften trotz der gänzlichen Zerstörung seiner Lungen. Der Herzkranke kann im höchsten Grade geängstigt sein, wie es jedesmal bei Störungen des Kreislaufes geschieht; aber seine Seelenfunktionen sind unverändert; und deutlich sehen wir, dass jedes Organ mit Ausnahme des Gehirns entweder langsam aus der thierischen Oekonomie heraustreten, oder kurze Zeit plötzlich ausfallen kann, ohne Störung der Seelenfunktionen.

Ganz anders verhält es sich bei dem Gehirn; jede langsame oder plötzliche Störung seiner Verrichtungen verändert auch die intellektuellen Fähigkeiten. Die Entzündung dieses Organes ist nie ohne Delirien, und später ohne Stumpfsinn; der Druck auf das grosse Gehirn bewirkt immer Delirium oder Stumpfsinn, je nachdem es mit oder ohne Reizung stattfindet; so wirkt aller Druck, rühre er von Knocheneindrücken, fremden Körpern, Wasser, Blut, Eiter her. Dieselben Ursachen heben oft, je nach dem Sitze des Uebels, die Fähigkeit der willkürlichen Bewegung oder das Gedächtniss auf. So wie der Druck weggenommen ist, mit der Erhebung des Knocheneindruckes, tritt die Besinnung, das Gedächtniss oft wieder ein; ja man hat sogar beobachtet, dass der Kranke seinen Gedankengang sogleich da fortsetzte, wo er durch die Verletzung unterbrochen worden. Bei der Verletzung des grossen Gehirns bei den Thieren tritt Stumpfsinn, Besinnungslosigkeit ein; und so sind auch bei den meisten Geisteskranken bedeutende materielle Störungen im Gehirn vorhanden, wenn wir auch in anderen Fällen, besonders in denjenigen, wo die Geisteskrankheiten erblich sind, die feineren materiellen Veränderungen einer bei mikroskopischer Feinheit wirkenden Faserung nicht mit unseren schlechten Hülfsmitteln und Kenntnissen erkennen werden. Man hat zwar hiergegen eingeworfen, dass man sehr bedeutende Zerstörungen einer ganzen Hemisphäre ohne Störung des Geistes vorgefunden hat; indess zeigen die Versuche an Thieren, dass selbst plötzliche Verletzungen bloss einer Hemisphäre nicht sogleich vollen Stumpfsinn erzeugen, dass dieser erst dann ganz auftritt, wenn beide

Hemisphären entfernt sind, so dass es scheint, dass die Hemisphären in den Seelenverrichtungen einander unterstützen, ja ersetzen können.

Mehrere ausgezeichnete Gelehrte, wie namentlich Bichat und Nasse, haben eine der unsrigen gerade entgegengesetzte Ansicht; indem sie anerkennen, dass das Gehirn der Sitz der höheren Seelenverrichtungen sei, behaupten sie gleichwohl, dass auch andere Organe, z. B. die des Unterleibes und der Brust, eine gewisse Beziehung zu den Seelenverrichtungen haben; ja sie neigen sich sogar zu der Ansicht hin, dass die Quelle der Leidenschaften in diesen Organen, die davon so leicht afficirt werden können, wohl sein könne, und sie stützen ihre Ansicht theils auf die Affektionen dieser Organe in den Leidenschaften, theils auf ihre krankhaften Veränderungen bei manchen Irren. Bei aller Hochachtung, die ich vor diesen trefflichen Männern hege, muss ich mir alle Mühe geben, die Nothwendigkeit einer solchen Annahme zu widerlegen. Gewiss finden sich der Darmkanal, die Leber, die Milz, die Lungen, das Herz bei Irren oft krank, und selbst zuweilen, wenn man nicht gerade eine grobe materielle Veränderung im Gehirn auffinden kann. Ich will auch gern zugeben, dass die Krankheit eines Eingeweides Veranlassung zur Entwickelung einer Geisteskrankheit geben könne, wie andere veranlassende Ursachen. Aber ich schliesse daraus nicht, dass dieses oder jenes Eingeweide die Quelle von gewissen geistigen oder leidenschaftlichen Beziehungen sei. Zur Erzeugung jeder Geisteskrankheit gehört eine Disposition im Gehirn; wenn diese erworben oder gar erblich da ist, so reicht jene anhaltende Störung der Functionen der Centralorgane durch eine Krankheit irgend eines Eingeweides, vermöge der auf die Centralorgane stattfindenden Impression, und durch die Gesetze der Mittheilung der Zustände im Rückenmark und Gehirn hin, diese Disposition zum Ausbruch zu bringen; gerade so, wie jeder Theil der Körperoberfläche, der ohne Verlust der Seele entbehrt, abgeschnitten werden kann, doch, so lange er lebt, durch eine heftige Mittheilung seiner krankhaften Stimmung auf das Gehirn sympathisch Delirium desselben bewirken kann. Daher kann auch bei einem Irren dieser Art bei Entfernung der materiellen Störungen in den Eingeweiden, welche entfernter oder näher auf das Gehirn influiren, die Disposition wieder zurücktreten.

Was nun aber die Beziehung der Eingeweide zu den Leidenschaften betrifft, so sind diese zwar nicht zu läugnen, jedoch bleibt in den hieher gehörigen Erfahrungen der Physiologie ausserordentlich viel zu lichten übrig. In diesem Theile unserer Wissenschaft herrschen noch ziemlich allgemein Vorstellungen, welche sich noch wenig von den Ueberlieferungen des Volkes entfernen. Dass die Leidenschaften vermöge eines im Gehirn stattfindenden veränderten Zustandes entweder excitirend oder deprimirend auf das ganze vom Gehirn abhängende Nervensystem wirken, ist bekannt. In den excitirenden Leidenschaften finden Spannungen und selbst convulsivische Bewegungen gewisser Muskeln, nämlich vorzüglich aller von dem respiratorischen System

der Nerven (Nervus facialis eingeschlossen) abhängigen Muskeln statt. Die Athembewegungen werden bis zum Weinen, Seufzen, Schluchzen verändert, die Gesichtsmuskeln verzerrt; in den deprimirenden Leidenschaften, wie in der Angst, im Schrecken, in der Furcht, sind alle Muskeln des gesammten Körpers abgespannt, indem der motorische Einfluss des Rückenmarkes und Gehirns abnimmt. Die Füsse tragen nicht, die Gesichtszüge werden hangend, das Auge starr, der Blick gebannt, ohne Ausflucht, und diess kann bis zur momentanen Lähmung des ganzen Körpers und besonders der Schliessmuskeln fortschreiten. Die Bewegungen des Herzens werden in beiderlei Leidenschaften häufiger, in den excitirenden zugleich heftig, in den deprimirenden häufig und meist schwach. Die Empfindungen werden in einigen oder vielen Theilen, besonders im Gesicht und den Athemwerkzeugen und Verdauungswerkzeugen, oft im ganzen Nervensystem verändert. Die organischen Wirkungen der Leidenschaften verändern die Absonderungen der Thränen, der Haut, die in den deprimirenden Leidenschaften kalten Schweiss absondert, der Galle, deren Ausscheidung öfter gestört wird, so dass sie in die Blutgefässwandungen eindringt und Icterus erzeugt, des Urins, der wässrig wird, wie bei allen Nervenaffectionen; sie modificiren zugleich die Actionen der kleinen Gefässe, wodurch der Turgor der Haut verändert, und diese bald roth, bald auch blass wird. Kurz, es erfolgen die Wirkungen der Leidenschaften erstens auf die Athemnerven, den N. facialis, N. vagus, die N. spinales respiratorii mit sammt dem N. phrenicus, dann aber durch das Rückenmark auf das ganze Rumpfnervensystem, sowohl der animalischen als organischen Nerven. Aber ich kenne keinen einzigen Beweis, sondern blosse Traditionen, dass eine Leidenschaft bei gesunden Menschen mehr auf ein Organ als auf ein anderes wirke. Man sagt, das Herz habe eine Beziehung zur Freude, zum Kummer, zur Angst, aber in welcher heftigen excitirenden oder in welcher deprimirenden Leidenschaft wird es nicht verändert? Ist es nicht wie mit den Thränenwerkzeugen, welche in jeder heftigen Leidenschaft ergriffen werden können, da jede Leidenschaft, Aerger, Zorn, Freude, Bewunderung, Rührung, Traurigkeit, Schrecken, Angst, Furcht, bis zum Weinen sich steigern kann. Man hat behauptet, die Leber stehe in einer engen Beziehung zu den Leidenschaften des Zorns und des Aergers; diess ist eine uralte, in viele, auch physiologische Schriften übergegangene, aber ganz falsche Behauptung. Wohl werden manche Menschen nach diesen Leidenschaften an der Leber afficirt, sie bekommen eine gelbe Farbe, Schmerzen in der rechten Seite, oder gar Leberentzündung. Aber diess geschieht nur denen, welche leberkrank sind, oder welche eine angeborne Disposition zu Leberaffectionen haben. Den meisten geschieht nach dem heftigsten Zorne und Aerger nichts der Art, hier darf ich mich ganz auf die Erfahrungen meiner Leser berufen. Wie viele sind unter uns, welche nach Aerger und Zorn von allem dem nichts empfinden, die vielmehr sich den Magen verderben, weil es der leicht ergreifbare Theil ist, während ein

anderer auf diese Leidenschaften seine Verdauungsorgane ganz ungeschwächt empfindet, aber jedesmal bei Zorn und Aerger eine heftige Affection des Herzens erleidet, weil es der bei ihm leicht angreifbare Theil ist; und so ist es mit allen Leidenschaften. Keine einzige wirkt regelmässig mehr auf die Leber, regelmässig auf den Magen, das Herz, bei dem gesunden Menschen breiten sich ihre Wirkungen radiatim vom Gehirn über das Rückenmark, über das animalische und organische Nervensystem aus. Alles Specielle ist auch individuell. Der Schamröthe scheint es eigenthümlich, dass sie die Haut des Gesichtes röthet, indem eine Anhäufung des Blutes in den kleinen Gefässen stattfindet; allein viele Menschen werden von Aerger, Zorn, Angst roth; und andere werden in der Scham, im Aerger, im Zorne so gut wie in der Angst, im Schrecken, in der Furcht blass. Nur bei dem Hepatischen, bei der hepatischen Constitution erfolgt auf eine heftige Leidenschaft Gelbsucht, Leberentzündung. Kurz, wir sehen, dass die Wirkungen der Leidenschaften auf die verschiedenen Regionen der von dem Gehirn abhängigen Theile nichts für die Hypothese beweisen können, dass die Leidenschaften, oder überhaupt gewisse Seelenverrichtungen ihren Sitz ausser dem Gehirn hätten.

Wenn wir nun theils aus vergleichend anatomischen, theils aus physiologischen und pathologischen Gründen mit Bestimmtheit anerkennen müssen, dass der Sitz der Seelenwirkungen im Gehirn und in keinem andern Theile ist, dass die Nerven diese Wirkungen anregen und vermöge ihrer Kräfte ausführen, und dass alle übrigen Theile die Wirkungen der Nerven erfahren, so ist damit nur bewiesen, dass die Seele durch die Organisation des Gehirns wirkt und thätig ist; es ist aber nicht damit behauptet, dass ihr Wesen bloss seinen Sitz im Gehirn hat. Es könnte wohl sein, dass die Seele nur in einem Organe von einer bestimmten Structur wirken und Wirkungen empfangen könnte, und doch vielleicht allgemeiner im Organismus verbreitet wäre.

Wir wollen hier einige Thatsachen hervorheben, welche entschieden beweisen, dass die Seele, wenn sie auch nur in dem Gehirn wirksam, doch nicht ganz auf dasselbe beschränkt ist. Es genügen, diess zu beweisen, zwei Thatsachen. Die eine ist, dass die niederen Thiere, wie Planarien, Polypen, Würmer, theilbar sind, und dass Polypen und Würmer, wie die Naiden, selbst durch Theilung ihres Körpers zeugen. Diese Thatsache zeigt uns, dass das Lebensprincip mit der Materie theilbar ist, indem aus getrennten Stücken neue Individuen entstehen. Man kann diese Thiere zwar beseelt in dem Sinne, wie die höheren Thiere, nicht nennen; indessen hat jedes der getrennten Theile seinen besonderen Willen und seine besonderen Begehrungen, und da zum Empfinden auch Bewusstsein und Aufmerksamkeit gehört, so haben wir den Beweis, dass das psychische Princip dieser niederen Wesen, mag es mit dem Lebensprincip eins oder nicht eins sein, wie dieses mit der Materie theilbar ist. Die zweite Thatsache ist, dass das psychische Princip wie das Le-

bensprincip auch bei den höheren und höchsten Thieren, ja selbst beim Menschen, in einem beschränkten Sinne theilbar ist. Die höheren Thiere und die Menschen erzeugen zwar keine neuen beseelten Individuen durch Theilung ihrer selbst in mehrere Stücke, wohl aber durch Erzeugung des Samens bei dem Manne, und des Keimes bei dem Weibe. Wie die Zeugung des neuen Individuums bei der Berührung des weiblichen Keimes und des männlichen Samens stattfinden mag, wir wissen, dass bei den Fischen, Fröschen, Salamandern die blosse, selbst künstlich ausgeführte Berührung von Samen und Ei, ohne allen Antheil von Seiten des Männchens und Weibchens zur Erzeugung des neuen Individuums hinreicht, wie denn nach Spallanzani Eier des Frosches mit Froschsamen befeuchtet, befruchtet sind. Es geht daraus hervor, dass der Keim des Weibchens und der Same des Männchens Alles enthalten, was zur Aeusserung des individuellen Lebensprincipes und der psychischen Functionen der Thiere nöthig ist. Der Keim und der Same, oder einer von beiden muss also das Lebensprincip und das psychische Princip gleichsam latent enthalten; denn sonst könnte es sich nicht bei der Entstehung des neuen Individuums äussern. Eben so müssen wir auch bei den höchsten Thieren und dem Menschen nothwendig annehmen, dass, wie der Same und das Ei alle Bedingungen zu einem neuen belebten und besellten Wesen enthalten, sie auch selbst entweder beide, oder eines von beiden das Lebensprincip und psychische Princip im latenten Zustande enthalten. Ob das neue Individuum ausser (wie bei den Eierlegern) oder in dem mütterlichen Körper (wie bei den Lebendiggebärenden) sich entwickelt, macht in dieser Frage gar nichts aus. Wir sehen aus dieser Folge von Thatsachen und Vernunftschlüssen, dass, obgleich die höheren Thiere und der Mensch nicht mehr durch Zertheilung in mehrere Stücke, neue belebte und beseelte Individuen zeugen, sie doch insofern noch in Hinsicht des Lebensprincipes und psychischen Principes theilbar sind, als ein Theil ihrer Materie, die Zeugungsflüssigkeiten, mit diesen Principien, mögen sie eins oder getrennt sein, beseelt ist. Wenn diess aber so ist, so ist das psychische Princip offenbar nicht auf das Gehirn beschränkt, sondern auch, wenngleich im latenten Zustande, in Theilen, die vom Gehirn weit entfernt von dem Ganzen abtrennbar sind, enthalten; und diess ist es, was wir beweisen wollten.

Ob das Lebensprincip und das psychische Princip von dem Gehirn aus in einem latenten Zustande auf den Wegen der Nerven zum Samen oder Keime gelange, ob es im latenten Zustande im Blute verbreitet werde, ob es im latenten Zustande im ganzen Körper verbreitet sei, während es nur frei im Gehirn, als dem zu seiner Wirksamkeit organisirten Apparate, wirkt und Wirkungen anderer Theile empfängt, alles dieses ist nicht zu beantworten, auch wäre die Beantwortung für die gegenwärtige Untersuchung gleichgültig; es ist genug, dass wir wissen, dass der Same und Keim nicht allein die Kraft zu einem belebten Individuum enthalten, sondern auch das psychische Princip des neuen

Wesens im latenten Zustande enthalten müssen. Es ist für unsern Zweck jetzt genug, zu wissen, dass andere Theile des Körpers, als das Gehirn, auch noch an dem psychischen Principe Theil haben, dass aber diess Princip nur in dem Gehirne frei und thätig erscheint, weil hier die Organisation zu allen seinen Bewegungen und Wirkungen auf die Kräfte anderer Theile, auf die motorischen Apparate, und zur Aufnahme der Wirkungen der sensibeln Leiter ist. Nur in dem Gehirne ist Bewusstsein, Vorstellung, Gedanke, Wille, Leidenschaft möglich, und wenngleich das Princip zur Erzeugung der Vorstellungen, Gedanken u. s. w. in dem befruchteten Keime latent vorhanden ist, so muss dieser beseelte Keim doch erst die ganze Organisation des Gehirns erschaffen, dass das psychische Princip frei werde, und dass Vorstellungen, Gedanken, Wille u. s. w. erscheinen oder wirken. In der hirnlosen Missgeburt, die während des Lebens im Uterus bis zur Geburt noch ernährt wird und lebt, wurde das zur spätern Aeusserung der Seele von dem belebten Keime erzeugte Organ schon zu einer Zeit (durch Wassersucht) zerstört, ehe es zum Freiwerden des psychischen Principes, zur Aeusserung der Seelenfähigkeiten, ausgebildet war.

Da, wie wir hier gesehen haben, die Existenz der Seele von dem unverletzten Baue des Gehirns nicht abhängt, da sich ihr Dasein, wenn auch latent, auch in dem von dem Mutterstamme abgestossenen Keime erweist, so kann auch keine Veränderung des Baues des Gehirns das Wesen der Seele selbst verändern, sondern ihre Thätigkeit nur zu kranken Actionen zwingen. Nur die Thätigkeit der Seele hängt von der Integrität des Faserbaues und der Mischung des Gehirnes ab. Die Art der Thätigkeit und die Art des Baues und Gehirnzustandes laufen immer parallel; der letztere bestimmt immer die erstere, aber das Wesen der Seele, ihre latente Kraft, so weit sie sich nicht äussern muss, scheint durch keine Hirnveränderung bestimmbar. Hält man sich hieran, so sind alle weiteren Erörterungen über die letzte Ursache der Geisteskrankheiten, über den Antheil des Gehirns und der Seele an denselben abgeschnitten, und der Arzt hat bei allen abnormen Geisteszuständen immer und zuerst nur den Zustand der materiellen Veränderung, welche die Seele zu kranken Actionen zwingt, oder ihre Thätigkeit unterdrückt, im Auge zu behalten. Auch beim tiefsten Blödsinn von Microcephalie (der Microcephale unseres anatom. Museums besass im völlig ausgewachsenen Zustande nur 29 Loth Gehirn) dürfen wir keine angeborne Krankheit der Seele, keinen ursprünglichen Mangel des psychischen Principes voraussetzen; gewiss war die Anlage zu der höchsten Vollkommenheit in dem latenten Zustande des psychischen Principes im Keime vorhanden; aber keine Entwikkelung der Fähigkeiten der höheren Seelenäusserungen war bei der unvollkommenen Ausbildung des Gehirns möglich, gleich wie die bei dem gesunden Menschen eintretende plötzliche Veränderung des Hirnzustandes augenblicklich auch die Aeusserungen der Seele krankhaft oder ihre Kraft sogar latent macht, die nach

der Wegnahme des Druckes auf das Gehirn oft mit der ganzen Klarheit des Bewusstseins wiederkehrt.

Da die Materie durch die Thätigkeit immer zugleich verändert wird, so versteht es sich von selbst, dass abnorm angestrengte Thätigkeit der Seele, und eine durch eingegangene Lebensverhältnisse bedingte einseitige Richtung der Geistesthätigkeit, oder die hervorgerufene Heftigkeit der Seelenzustände auch wieder auf die Organisation des Seelenorganes zurückwirken muss. Wie sehr auch die Entfernung dieser Ursachen in den Augen des Arztes wichtig ist; der Zustand der Organe bleibt hier wie überall das Object desselben; und die Sündhaftigkeit, womit schwärmerische Aerzte sich so viel zu schaffen machen, ist nicht das Wesen der Geisteskrankheit, sondern kann nur mit in den grossen Kreis ihrer veranlassenden Ursachen gehören.

Ob das Lebensprincip, von welchem im Keime die ganze Organisation ausgeht, und welches auch das Organ für das Wirken des psychischen Principes erzeugt, von dem letztern wesentlich verschieden sei, oder ob die Thätigkeit der Seele nur eine Species der Wirkungen des Lebensprincipes sei, ist eine in der empirischen Physiologie ganz unlösbare Frage. Wir wissen, dass das Lebensprincip ohne Seelenäusserungen fortwirken kann; denn das Lebensprincip erhält auch die hirn- und rückenmarklose Missgeburt noch bis zur Geburt lebend. Daraus kann man nicht schliessen, dass das psychische Princip von dem Lebensprincip dem Wesen nach verschieden sei; denn wir haben schon gesehen, dass es einen latenten Zustand des psychischen Principes in einem belebten Körper auch ausser dem Gehirn giebt. Man kann aber eben so wenig daraus schliessen, dass das psychische Leben nur eine Species der Wirkungen des Lebensprincipes sei; wir sehen nur, was auch die Schöpfung des ganzen Embryos vor der Entwickelung der Seelenfähigkeiten beweist, dass die *Thätigkeit* der Seele ohne die Mitwirkung des Lebensprincipes in einem thierischen Körper nicht möglich ist; denn das Lebensprincip erschafft und erhält die zur Thätigkeit der Seele nothwendige Organisation des Gehirns.

Für die Ansicht, dass das psychische Leben nur eine Manifestation des Lebensprincipes der thierischen Körper überhaupt sei, kann man anführen, dass das psychische Princip nicht bloss in einer Classe von thierischen Wesen, im Menschen, dass es vielmehr bis zu den niedersten Thieren erscheint. Denn alles Thierische ist beseelt, was der Sinneserscheinung auch ausser den Sinnesempfindungen bewusst ist, was vorstellt, was Begehrungen und Vorstellungen von ihrem Objecte und ihrer Befriedigung hat, was durch Vorstellungen und Begehrungen zu Willenactionen bestimmt wird. In diesem Umwege kommen psychische Erscheinungen bis zu den niedersten Thieren vor; bei den höheren Thieren treten zumal auch Leidenschaften auf. Auf der andern Seite lässt sich für die Unabhängigkeit des psychischen Principes von dem Lebensprincipe anführen, dass eine ganze Classe der organischen belebten Wesen, die Pflanzen, aller psychischen Erscheinungen entbehren. Indessen lässt sich dieser

Einwurf wieder durch die Annahme eines latenten Zustandes der psychischen Seite des Lebensprincipes aufheben, und wo eine Hypothese bloss insofern Haltung hat, als sich eine grosse Anzahl der Thatsachen daraus erklären lassen, wird dieselbe durch eine andere, welche die Thatsachen eben so erklärt, neutralisirt.

Beide Principien stimmen in ihren Wirkungen darin überein, dass ihre Erscheinungen das Vernünftige sein können; aber das Vernünftige des psychischen Lebens ist blosses Bewusstsein des Vernünftigen, ohne alle schaffende Einwirkung auf die Organisation, auf die Materie; das Vernünftige der Thätigkeit des Lebensprincipes ist die Erzeugung der zweckmässigen Organisation in der belebten Materie. Die in der Organisation des einfachsten Wesens sich ausdrückende Vernunft ist vielleicht erhabener als das Höchste, was das Bewusstsein eines thierischen Wesens oder Menschen vorzustellen vermag. Alle Probleme der Physik sind vor dieser schaffenden Thätigkeit gelöst. Vor der Natur, welche das Auge, das Gehörorgan erzeugt, sind keine Probleme über die Physik des Sehens, des Hörens verborgen. Sie ist auch die Ursache des Instinkts, d. h. sie ist die Ursache, dass in dem Sensorium eines Thieres Träume entstehen, die es zu zweckmässigen, zu seinem Dasein nöthigen und vernünftigen Handlungen nöthigen, ohne dass die Seele des Geschöpfes das Geringste von diesem vernünftigen Vorgange und seinem Zusammenhange einsieht.

Wenn es einen wahren Grund für die Ansicht giebt, dass das psychische Leben auch nur eine Art der Manifestation des Lebensprincipes der thierischen Wesen ist, so ist es der, dass beiderlei Wirkungen der Ausdruck der Vernunft sein können, dass die Erzeugung der Organisation des niedersten Thieres bei der Entwickelung des Keimes der Ausdruck der höchsten Vernunft ist, und dass das darin waltende Vernünftige alle bewussten Seelenwirkungen dieses Geschöpfes weit überstrahlt. Ernst Stahl liess alle thierischen Wirkungen, weil sie zweckmässig sind, von der Seele ausgehen. Diese Seele, wenn von ihr das psychische Leben im engern Sinne abhängig ist und ausfliesst, ist in Stahl's Sinne freilich etwas ganz Anderes und Höheres, als was wir gewöhnlich Seelenleben nennen. Man sieht leicht ein, dass Stahl's Theorie die Anschauung von der vernunftgemäss wirkenden Kraft in jedem lebenden Wesen zu Grunde liegt, dass er das, was wir gewöhnlich Seelenleben nennen, als einen Ausfluss jener letzten Ursache eines Geschöpfes ansah. Aber wenn diese letztere Ansicht auch richtig sein sollte, was sich empirisch nicht beweisen lässt, so muss man doch immer festhalten, dass in das bewusste und denkende Seelenwirken nur ein kleiner Theil von den Wirkungen jener höhern, vernunftgemäss wirkenden Lebensseele fällt, welche die letzte Ursache eines Geschöpfes ist, und welche in seiner Organisation, in seinen instinktmässigen Trieben alle Schicksale desselben im Zusammenfluss mit der äussern Welt vorsieht.

Die specielle Physiologie des Seelenlebens folgt erst später

nach der Physiologie der Sinne im sechsten Buche dieses Werkes. Hier kommt dieser Gegenstand nur in den allgemeinsten Beziehungen zum Gehirne vor.

III. Von dem verlängerten Marke.

Durch das verlängerte Mark ist das Gehirn mit dem Rückenmark in Wechselwirkung, die Kenntniss des Verlaufs der Stränge desselben ist daher für den Physiologen von besonderer Wichtigkeit. Burdach hat diesen Gegenstand in seinem verdienstvollen Werke über den Bau und das Leben des Gehirns mehr als Andere aufgehellt. Man unterscheidet jetzt folgende Stränge des verlängerten Markes:

1) die Pyramiden; sie bilden sich nach Burdach aus Grundfasern und Kreuzungsfasern. Die Grundfasern liegen an der vorderen Fläche des grauen Kernstranges, sie bilden die hintere Wand des vorderen Einschnittes des Rückenmarkes, steigen aber am Halse $3\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Zoll unter der Brücke schräg nach vorn herauf, so dass sie anfangs, die Seitenwände des vordern Einschnittes bildend, zuletzt zu beiden Seiten des Einschnittes an der vordern Fläche des Rückenmarkes hervortreten, und an der innern Seite des innern vordern Rückenmarksstranges sich hervordrängen. Die Kreuzungsfasern sind ein Arm des Seitenstranges des Rückenmarkes, welcher hinter der Olive weggeht, schräg nach innen und vorn aufsteigt, und mit den Grundfasern an der Oberfläche zur Seite des vordern Einschnittes des Rückenmarkes 1 Zoll unter der Brücke hervortritt. Nur die Kreuzungsfasern kreuzen sich, d. h. kommen von der einen Seite des Einschnittes zur andern, und legen sich an die entgegengesetzten Grundfasern an. Burdach a. a. O. 2. 31. Die Fasern der Pyramiden gehen durch die Bündel der Querfasern der Brücke in die Hirnschenkel über.

2) Die Hülsenstränge sind nach Burdach die an der innern und äussern Seite der Olive verlaufenden Faserbündel, welche an der Oberfläche des verlängerten Markes nicht blossliegen. Der vordere Hülsenstrang entsteht aus den Markfasern am vordern Einschnitte des Rückenmarkes, welche an der Stelle, wo die Pyramiden hervortreten, von der Pyramide nach aussen gedrängt werden. Der äussere Hülsenstrang ist der äussere Theil der vordern Rückenmarksstränge an der innern Seite der vordern Wurzelreihe. Beide Hülsenstränge liegen an einander bis da, wo die Olive zwischen ihnen hervortritt. Die inneren Hülsenstränge gehen durch die Brücke mit den Pyramiden in die Hirnschenkel über. Die äusseren Hülsenstränge treten nach oben und innen um den obern Theil der Processus cerebelli ad corpora quadrigemina, und sofort in die Basis der Vierhügel über.

3) Die Olive entsteht durch die Ausbreitung des vordern grauen Stranges im verlängerten Marke. An dieser Stelle geht von dem grauen Strange eine mit weisser Markmasse gefüllte, gefaltete graue Blase ab, die auch äusserlich mit Markmasse

überzogen ist. Die graue gefaltete Blase und der markige Kern erscheinen auf dem Durchschnitte als Corpus dentatum der Olive.

4) Der Seitenstrang des Rückenmarkes giebt am Anfange des verlängerten Markes die Kreuzungsfasern der Pyramiden nach innen ab, der übrige Theil schlägt sich über die Olive in den Schenkel des kleinen Gehirns zum verlängerten Marke, und geht auch zum Theil im äussern Theile der Rautengrube fort. Burdach a. a. O. p. 35.

5) Der Keilstrang entsteht aus den die hinteren grauen Stränge des Rückenmarkes bedeckenden Markfasern, welche, an der oberen Seite des Seitenstranges gelegen, mit den Fasern des Seitenstranges zusammen den Schenkel des kleinen Gehirns zum verlängerten Marke bilden; seine inneren Fasern laufen als äussere Theile der Wände der Rautengrube fort nach dem grossen Gehirn.

6) An der innern hintern Fläche des Keilstranges liegt der zarte Strang, dessen innere Seitenfläche die Seitenwand des hintern Einschnittes bildet, und zum Theil an der entsprechenden Fläche des Stranges der andern Seite dicht anliegt. An der Spitze der Rautengrube schwillt dieser Strang an und bildet einen keulenförmigen Wulst. Burdach a. a. O. p. 37.

7) Die runden Stränge kommen durch das Auseinanderweichen der zarten Stränge als Seitenwände des Rückenmarkskanals zum Vorschein, sie kommen zwischen den auseinanderweichenden zarten Strängen in die Rautengrube, und gehen durch den Einschnitt getrennt vorwärts, den Boden der Rautengrube bildend, und bis in den vordern und untern Umfang der Wasserleitung sich fortsetzend.

Auf eine ausführliche Beschreibung der Hirnfaserungen kann man sich hier nicht einlassen und verweise ich auf das Werk von Burdach und Langenbeck's *Icones*, und in Hinsicht der Zusammenstellung der neueren Forschungen über den Bau des Gehirns auf E. H. Weber's *Anatomie*, und eine sehr zweckmässige, klare und genaue Darstellung desselben von d'Alton im XI. Bande des *encyclopädischen Wörterbuchs der medicinischen Wissenschaften.*

Was die Kräfte des verlängerten Markes betrifft, so ist zuerst zu bemerken, dass es im Allgemeinen die Eigenschaften des Rückenmarkes theilt; es ist so gut wie das Rückenmark Reflector, ja kein Theil des ganzen Nervensystems ist so sehr zur Reflexion geneigt, als dieser Theil; denn die Reizungen der vom verlängerten Marke entspringenden Nerven bringen vor allen anderen Nerven am leichtesten Reflexionsbewegungen hervor; es gehört mit zu den motorischen Apparaten, und kein Theil des Nervensystems hat einen so grossen Einfluss auf Hervorbringung von Bewegungen, als dieser; denn bei Reizung desselben erfolgen Zuckungen am ganzen Rumpfe, und bei der Verletzung desselben ist der ganze Rumpf gelähmt. Aber wodurch sich das verlängerte Mark vor allen Theilen der Centralorgane auszeichnet, sind folgende Eigenschaften.

1) Es ist die Quelle aller Athembewegungen, wie schon oben p. 341. aus den Versuchen von Legallois gezeigt wurde. Wird

das Gehirn von vorn nach hinten bei einem Thiere zerstört, so hört das Athmen erst auf bei der Verletzung der Medulla oblongata. In diesem Organe liegt also die Quelle der periodischen Inspirationen, der veränderten Athembewegungen, der krankhaften Respirationsbewegungen bei den Reizungen der Empfindungsnerven in den Schleimhäuten. Auf dasselbe wirken die Leidenschaften bei Erregung aller Respirationsnerven, den N. facialis eingeschlossen; in ihm ist das Primum movens zu den Bewegungen, die das Weinen, Lachen, Schluchzen, Seufzen, Gähnen, Husten, Erbrechen u. s. w. begleiten oder bewirken, bei welchen Bewegungen immer das ganze System der respiratorischen Nerven und der N. facialis afficirt ist. So wie ein Theil dieser Bewegungen von dem verlängerten Mark aus in Leidenschaften bewirkt wird, so entstehen sie durch eine Wirkung des Sensoriums auf das verlängerte Mark, oft auch durch blosse Vorstellungen, wie das Lachen, Weinen, Gähnen. Die Disposition zum Gähnen scheint bei dem Zustande der Ermüdung in den Centraltheilen des Nervensystems immer vorhanden zu sein; tritt dann die Vorstellung vom Gähnen dazu, indem wir Andere gähnen sehen, so wird die Disposition offenbar und wir gähnen wirklich. Bei dieser Bewegung ist wieder das System der respiratorischen Nerven und der N. facialis afficirt, sowohl die Gesichtsäste als derjenige, der sich im Musculus digastricus verbreitet.

2) Es ist der Sitz des Willenseinflusses. Denn wie die Versuche von Flourens zeigen, sind die Thiere, welche die Hemisphären des grossen Gehirns verloren haben, zwar betäubt, aber noch fähig, Bewegungen willkürlich auszuführen; andererseits behalten die Thiere diese Fähigkeit auch nach Hinwegnahme des kleinen Gehirns, wodurch bloss die Kraft der Bewegungen und die Fähigkeit zu zusammenhängenden Ortsbewegungen aufgehoben wird. Vergl. über hirnlose Missgeburten mit willkürlicher Bewegung, oben p. 342., Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 168.

3) In diesem Organe ist auch der Sitz des Empfindungsvermögens; nicht allein dass alle Gehirnnerven, mit Ausnahme des ersten und zweiten, mit den Fortsetzungen des verlängerten Markes im Gehirne oder mit diesem selbst zusammenhängen; wird dieser Satz auch durch die Geschichte der Verletzungen der Hirntheile erwiesen. Aus den Versuchen von Magendie und Desmoulins geht hervor, dass ein Thier nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns und des kleinen Gehirns das Empfindungsvermögen nicht verloren hat. Mit der Hinwegnahme der Hemisphären werden zwar die Centralorgane des Gesichtssinnes und Geruchssinnes entfernt, und es tritt Blindheit ein; dagegen scheint das Bewusstwerden der Empfindungen nicht an die Hemisphären des grossen Gehirns geknüpft zu sein. Flourens hat zwar aus seinen Versuchen über Hinwegnahme der grossen Hemisphären geschlossen, dass diese Theile allein die Centralorgane der Empfindungen seien, und dass ein Thier nach der Wegnahme derselben gar nicht empfinde. Indessen folgt diess nicht aus seinen sonst so interessanten Versuchen, sondern gerade das Gegentheil, wie schon Cuvier in seinem Berichte über diese Ver-

suche bemerkt hat. Es wird zwar ein Thier nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns stumpfsinnig, aber gleichwohl zeigt es ganz deutliche Zeichen von Empfindung, nicht von blosser Reflexion. Es bestimmt sich selbst nicht mehr zu Bewegungen, aber wenn man es stösst, zeigt es das Benehmen eines eben aufwachenden Thieres. Bringt man es in eine andere Lage, so sucht es das Gleichgewicht; auf den Rücken gelegt, steht es auf; angestossen, hüpft es; Vögel in die Luft geworfen, machen Versuche zu fliegen; Frösche hüpfen fort. Wohl hat das Thier kein Gedächtniss mehr, es überlegt nicht, aber es empfindet dennoch, und reagirt gegen Empfindungen durch Bewegungen, welche keine blossen Reflexionsphänomene sind. Cuvier vergleicht diese Thiere ganz richtig einem schlafenden Menschen, auch dieser sucht im Schlafe noch eine bequeme Lage; er empfindet. Cuvier's Bericht etc. in Flourens, *Versuche und Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Lpzg.* 1824. *p.* 71.

Man muss bei den Empfindungen eines gesunden beseelten Wesens wohl die Empfindungen selbst von der Aufmerksamkeit auf dieselben, und von der Fähigkeit, Vorstellungen aus den Empfindungen zu bilden, unterscheiden. Die Aufmerksamkeit scheint eine Thätigkeit der Hemisphären des grossen Gehirns zu sein; mit ihrem Verluste tritt Stumpfsein ein, die Empfindung bleibt. Dagegen kann ein gesunder Mensch unter einer gewissen Anzahl zugleich stattfindender Empfindungen einer einzigen derselben seine Attention zuwenden, und sie zur herrschenden, zu derjenigen machen, deren er sich in ihrem ganzen Umfange, in ihrer ganzen Stärke bewusst wird, die Vorstellungen in ihm erregt, während andere Empfindungen zwar auch bewusst werden, aber undeutlich sind, wenn die Attention auf sie nicht gerichtet ist. Und so hängt also die Deutlichkeit der Empfindungen von der Mitwirkung edlerer Organe ab, welche nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns verloren sind, während das verlängerte Mark dunkler Empfindungen fähig ist.

Einige haben geglaubt, dass das verlängerte Mark, wie es der Sitz des Willens ist, auch das Centralorgan für alle Empfindungen sei. Diess scheint uns ein Missverständniss, wenn man unter dem verlängerten Mark bloss den angeschwollenen obersten Theil des Rückenmarks versteht, und nicht zugleich die Fortsetzungen desselben in das grosse Gehirn im Sinne hat. Allerdings ist das verlängerte Mark im engern Sinne das Centralorgan für alle Gefühlsempfindungen, und sie finden nach dem Verluste des grossen Gehirns noch statt, aber ohne Attention. Andrerseits giebt es aber auch für den Gesichtssinn und den Geruchssinn Centralapparate, die in den Hemisphären des grossen Gehirns liegen. Nach ihrer Verletzung hört das Sehen und Riechen auf, wie z. B. nach Verletzung des vordern Vierhügelpaares, des Thalamus opticus, und überhaupt der tieferen Theile der Hemisphären Blindheit eintritt. Es scheint also, dass die Centralorgane der verschiedenen Sinne für sich bestehen; mögen sie auch zum Theil zu den Verlängerungen des Systems der Stränge der

Medulla oblongata gehören, so scheint doch ihre Wirkung isolirt stattfinden zu können, und erst durch Mitwirkung der Hemisphären des grossen Gehirns mit den Centralorganen der Sinne tritt die Attention, die deutliche Anschauung der durch die verschiedenen Centralorgane der Sinne dargebotenen Empfindungen ein. Diess ist vor der Hand wahrscheinlich, doch zum Beweise fehlt noch manche Thatsache. Es scheint zwar einerseits gewiss, dass nach Wegnahme des Centralapparates für das Sehen noch durch das verlängerte Mark die Gefühlsempfindungen mit Bewusstsein stattfinden können; aber wir wissen andrerseits nicht, ob nach dem Verluste des verlängerten Markes in den Centralorganen der übrigen Sinne noch Empfindungen stattfinden können. Mit der Verletzung des verlängerten Markes hört das Athmen auf, dadurch sinkt das Leben auf ein Minimum herab, bei welchem es unmöglich ist, Beobachtungen über die Fortdauer der Sinnesempfindungen des Gesichtssinnes, Geruchssinnes u. s. w., anzustellen. Immer bleibt es aber jetzt am wahrscheinlichsten, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, und nicht das verlängerte Mark es sind, in welche die Wirkungen der verschiedenen Centralapparate der Empfindungen enden, und wo die von einander unabhängigen Empfindungen zu Sinnesanschauungen umgestaltet werden.

Was den Gehörsinn betrifft, so nimmt man gewöhnlich an, dass sein Centralorgan der Boden des vierten Ventrikels sei, weil die Fasern des Gehörnerven von dort entspringen. Flourens hingegen behauptet, dass nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns das Gehör aufhöre, obgleich Vögel nach dem Verluste noch Monate lang erhalten werden können, wie Flourens und Hertwig beobachtet haben. Mag indess auch die Gehörempfindung an die Integrität des Bodens des vierten Ventrikels geknüpft sein, so scheinen doch die weissen queren Markfasern der Rautengrube, welche durchaus nicht constant mit dem Gehirnnerven zusammenhängen, und zuweilen deutlich über die obere Wurzel des Gehörnerven in die Schenkel des kleinen Gehirns zur Brücke übergehen, nicht die wichtige Rolle bei den Gehörempfindungen zu spielen, welche man ihnen so oft beilegt. Wir besitzen das Gehirn eines Mädchens in unserem Museum, dass nach einem Falle auf den Nacken und das Hinterhaupt allmälig am ganzen Körper gelähmt wurde, und wo sich auf dem Boden der Rautengrube auf den queren Markstreifen eine Exsudation von Faserstoff befand, ohne dass das Gehör dieses Subjekts gelitten hätte. Siehe Fischer, *De rariore encephalitidis casu. Berol.* 1834.

IV. Von den Vierhügeln.

Die Vierhügel der Säugethiere und die Lobi optici der Vögel, Amphibien und Fische gehören zu dem Centralapparate des Gesichtssinnes mit den Thalami optici der höheren Thiere. Nimmt man bei einer Taube einen der Lobi optici, oder bei einem

Säugethiere eine Hälfte der Corpora quadrigemina weg, so erfolgt nach FLOURENS (bei Säugethieren nach MAGENDIE nicht) Blindheit auf der entgegengesetzten Seite, aber die Regenbogenhaut auf diesem Auge bleibt noch lange beweglich. Die Thiere drehen sich oft um sich selbst, und zwar nach der Seite, wo der Körper weggenommen worden, was auch MAGENDIE und DESMOULINS fanden. Dieses Drehen, welches auch bei Fröschen bemerkt wird, scheint die Folge eines Schwindels zu sein. Wurde unversehrten Tauben das eine Auge zugebunden, so drehten sie sich auch, aber nicht so heftig, und nicht so lange, als die verstümmelte Taube. Bei der Verletzung der Vierhügel treten immer Convulsionen auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes ein; auch wird die entgegengesetzte Seite des Körpers von Muskelschwäche befallen.

Eine merkwürdige Erscheinung ist, dass die Contractilität der Iris nach der oberflächlichen Verletzung eines Lobus opticus nicht verloren geht, während die vollständige Wegnahme eines Lobus opticus die Contractilität der Iris aufhebt; dahingegen mit der Verletzung eines Lobus opticus jedesmal das Gesicht auf der entgegengesetzten Seite verloren geht. FLOURENS erklärt diess daraus, dass eine unvollkommene Exstirpation der Lobi optici die Excitabilität der Sehnerven nicht aufhebt, weil sie nicht alle Wurzeln der Sehnerven zerstört. Von der Excitation der Sehnerven durch das Licht hängt aber die Bewegung der Iris ab; denn sobald FLOURENS die Sehnerven selbst reizte, entstand eine Contraction der Iris, und nach Durchschneidung der blossen Sehnerven zieht sich die Iris nicht mehr gegen Lichtreiz zusammen. Diese Erklärung ist auch richtig; indess lässt sich die Fortdauer der Bewegung der Iris gegen das Licht nach der oberflächlichen Verletzung des Lobus opticus einer Seite auch noch einfacher erklären. Denn zur Bewegung der Iris ist es allein schon hinreichend, dass der Sehnerve der andern Seite von dem Lichte gereizt wird, wie auch im gesunden Zustande die Iris des einen Auges auf die Reizung der Retina des andern Auges contrahirt wird. Durch die Untersuchungen von HERTWIG (*Exp. de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol.* 1826.) sind die Versuche von FLOURENS fast durchgängig bestätigt worden. Dieselben zeigten nämlich, dass die theilweise Verletzung eines der Vierhügel bei Säugethieren und Vögeln Muskelschwäche und Verlust des Gesichts auf der entgegengesetzten Seite des Körpers hervorbringt, dass das Sehen nach einer theilweisen Verletzung der Vierhügel zwar auf eine Zeitlang verschwindet, aber dann wiederkehrt; dass die Bewegung der Iris durch theilweise Verletzung eines der Vierhügel nicht aufgehoben wird, sondern zuweilen fortdauert; dass durch die tiefere oder gänzliche Exstirpation der Vierhügel sowohl das Sehvermögen als die Contraction der Iris gänzlich verloren gehen; dass die Verletzung der Vierhügel in dem Auge fast dasselbe bewirkt, als die Verletzung der Sehnerven; dass auf die Verletzung eines der Hügel eine Muskelschwäche auf der entgegengesetzten Seite des Körpers eintritt, aber einige Zeit darauf wieder verschwindet; dass

mit dieser Verletzung auf einer Seite zugleich eine schwindelartige Bewegung der Thiere im Kreise entsteht; dass durch die Verletzung der Vierhügel bloss die genannten Erscheinungen, nicht aber irgend eine andere Störung, z. B. des Gedächtnisses, des Bewusstseins bewirkt wird.

Hertwig's Beobachtungen weichen nur darin von denen von Flourens ab, dass Hertwig bei Verletzung der Vierhügel keine Convulsionen entstehen sah, daher es wahrscheinlich ist, dass Flourens abweichende Resultate von einem zu tiefen Eindringen abhängen.

V. Vom kleinen Gehirn.

Ueber die Kräfte des kleinen Gehirns haben Rolando, Flourens, Magendie, Schoeps und Hertwig interessante Versuche angestellt. Aus den Untersuchungen von Rolando (*Journal de physiol.* 1823., *Saggio sopra la vera struttura del cervello, edit.* 3. *Torin.* 1828. 3 *Vol.*) ergiebt sich, dass die Abnahme der Bewegungen mit der Verletzung des kleinen Gehirns im geraden Verhältnisse steht, dass die Thiere durch diese Verletzung nicht betäubt werden, und ihre Empfindungskraft in allen Theilen behalten, dass sie aber die Kraft ihrer Muskelbewegungen verlieren. Die Thiere haben die Augen offen, sie betrachten alle Gegenstände, aber umsonst versuchen sie sich in der zur Ortsveränderung nöthigen Bewegung. Ein Thier, dem die eine Seite des kleinen Gehirns weggenommen ist, fällt auf dieselbe Seite, und kann sich auf dem Beine derselben Seite nicht mehr erhalten(?). Diese Beobachtungen bestimmten Rolando zu der unerweislichen Annahme, dass das kleine Gehirn das Erzeugungsorgan für das Nervenprincip sei, welches er mit dem elektrischen Princip vergleicht, und dass die abwechselnden Lagen von grauer und weisser Substanz, wie auch Reil glaubte, als eine galvanische Säule wirken. Die Versuche von Flourens sind in ihren Resultaten klarer und entscheidender. Er fand, dass die Thiere bei dem Abtragen des kleinen Gehirns keine Empfindungen zeigen (Versuche etc. p. 18.) Nahm er bei Vögeln Schnitt für Schnitt das kleine Gehirn weg, so trat Schwäche der Muskelbewegungen und Mangel an Uebereinstimmung derselben ein. Nach der Wegnahme der oberflächlichen und mittleren Lagen wurden die Thiere unruhig, ohne in Convulsion zu gerathen; sie machten heftige und ungeregelte Bewegungen, aber sahen und hörten. Als die letzten Lagen weggenommen wurden, verloren die Thiere die Fähigkeit zum Springen, Fliegen, Gehen, Stehen, zur Erhaltung des Gleichgewichts. Wurde ein Vogel in diesem Zustande auf den Rücken gelegt, so konnte er nicht mehr aufstehen, er flatterte beständig und zeigte keine Betäubung; er sah den Streich, den man nach ihm führen wollte, und wollte ihn vermeiden. Es blieb also Wille, Empfindung und Besinnung, und nur die Kraft und Fähigkeit, die Bewegungen der Muskeln gruppenweise zweckmässig zu Ortsbewegungen zu verbinden, war verloren, und seine

Anstrengungen zur Erhaltung des Gleichgewichts waren wie die eines Trunkenen (a. a. O. p. 34.). Aus diesen Versuchen, die Flourens in allen Thierklassen übereinstimmende Resultate gaben, schliesst derselbe, dass das kleine Gehirn weder zu den sensoriellen, noch zu den intellectuellen Apparaten gehört, dass in ihm nicht die Quelle der willkürlichen Bewegungen liegt, dass es zwar zu den motorischen Apparaten gehört, dass es aber bei Verletzungen nicht wie andere motorische Apparate, Rückenmark und verlängertes Mark, Convulsionen bewirkt, dass vielmehr durch seine Verletzung nur die Kraft der Bewegungen und die Fähigkeit, sie zweckmässig zu den Ortsbewegungen zu coordiniren, verloren geht. Wenn diese Ansicht richtig ist, so muss im kleinen Gehirn die Mechanik zu der gruppenweisen Erregung der Muskeln vorgebildet sein, so dass jede Störung der Struktur dieses Organs gleichsam die prästabilirte Harmonie zwischen diesem Centralapparate und den Muskelgruppen und ihren nervösen Leitern aufhebt. Bemerkenswerth ist noch, dass die Verletzungen des kleinen Gehirns immer ihre Wirkungen kreuzend auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes zeigen.

Diese Beobachtungen sind durch die Versuche von Hertwig bestätigt worden. Aus diesen ergiebt sich, dass das kleine Gehirn für sich nicht sensibel ist, durch seine Reizungen keine Convulsionen der Muskeln eintreten, dass seine ungestörte Wirkung zur Verbindung der Bewegungen für einen gewissen Zweck, z. B. des Fliegens, Stehens, Laufens, zur Erhaltung des Gleichgewichts nöthig ist, dass die Verletzung desselben weder auf die Sinne, noch auf andere Funktionen des Körpers Einfluss hat. Gleichwohl sah Hertwig, dass die Kraft des kleinen Gehirns nach einer theilweisen Zerstörung sich allmälig wieder herstellte. Die kreuzende Wirkung dés kleinen Gehirns wird von Hertwig bestätigt.

Magendie sah, dass Igel und Meerschweinchen, denen er das grosse und auch das kleine Gehirn weggenommen hatte, sich noch die Nase mit den Vorderpfoten rieben, wenn man ihnen Essig unter die Nase hielt. Derselbe will nach der Verletzung des kleinen Gehirns beobachtet haben, dass die Thiere sich anstrengten, vorwärts zu gehen, und durch eine innere Gewalt genöthigt wurden, rückwärts zu gehen. Nach der Verletzung der Pedunculi cerebelli ad pontem und des Pons selbst auf einer Seite sah er constant, dass die Thiere sich nach derselben Seite herumwälzen. Diese Wrkung erfolgt sogar durch jeden Verticalschnitt, welcher die über dem vierten Ventrikel liegende Markmasse trifft, zeigt sich aber am stärksten nach Verletzung der Pedunculi ad pontem. Zuweilen sollen die Thiere 60 Mal in der Minute sich umdrehen, und er sah diese Bewegung acht Tage ohne Aufhören fortdauern. Diese Bewegungen sind keine Convulsionen, sondern werden willkürlich von dem Thiere ausgeführt, als wenn eine innere Gewalt es dazu nöthigte, oder als wenn es von Schwindel ergriffen wäre. Durch die Durchschneidung des Schenkels der andern Seite soll man das Gleichgewicht wieder herstellen können. Hertwig sah auch Drehungen nach rechts nach Verletzung des Pons auf der rechten Seite

beim Hunde; dabei war das eine Auge nach oben, das andere nach unten gedreht. Derselbe beobachtete bei Verletzungen des Pons auf der Oberfläche mässigen Schmerz, und schreibt dem Pons eine kreuzende Wirkung zu. Convulsionen beobachtete er nach Verletzungen des Pons nicht.

Der Pedunculus cerebelli inferior (Corpus restiforme) gehört zum System des verlängerten Markes; nach seiner Verletzung treten nach Rolando's Versuch an einer Ziege Convulsionen ein, wobei der Körper des Thieres auf die verletzte Seite sich krümmte. *Saggio ed.* 3. *p.* 128. Die Pedunculi cerebelli anteriores (ad Corp. quadrig.) bewirkten nach demselben Autor verletzt auch Convulsionen, die entgegengesetzten Extremitäten waren mehr bewegt; das Thier (Kaninchen) fiel nach Sprüngen immer auf die verletzte Seite.

Nach Gall soll das kleine Gehirn das Centralorgan des Geschlechtstriebes sein. Diese Ansicht stützt sich nicht auf sichere Thatsachen. Burdach hat die hieher gehörigen Thatsachen zusammengestellt, a. a. O. 3. p. 423. Nach Burdach kommt die Affection der Geschlechtstheile unter 17 Fällen von Fehlern des kleinen Gehirns, und unter 332 Fällen von Fehlern des grossen Gehirns einmal vor. In apoplectischen Fällen mit Erection hat man Bluterguss im kleinen Gehirn gefunden (Serres im *Journal de physiol.* 3. 114.). Dunglison beobachtete bei einer Entzündung des kleinen Gehirns mit seröser Ergiessung Priapismus. Bei Zerstörung des Rückenmarks in Thieren bewirkt man auch zuweilen Erection. Heusinger's Beobachtungen (Meckel's *Archiv.* 6. 551.), der bei zwei Vögeln, die plötzlich gestorben, einen strotzenden Zustand der Hoden und Blutergiessung im kleinen Gehirn fand, können wohl nicht als Beweise für Gall's Ansicht angeführt werden, und alle übrigen von Burdach angeführten Fälle von gleichzeitigen Krankheiten des kleinen Gehirns und der Genitalfunctionen beweisen im Grunde auch nicht viel. Die Coincidenz der Rückenmarkskrankheiten mit Affection der Genitalien ist noch häufiger. Auch steht die Entwickelung des kleinen Gehirns in keinem Verhältnisse mit der Energie des Geschlechtstriebes in der Thierwelt. Diess Organ ist bei den nackten Amphibien, wo es eine blosse Leiste über den vierten Ventrikel darstellt, ausserordentlich klein, und gleichwohl ist der Geschlechtstrieb dieser Thiere zum Sprüchworte geworden, obgleich bei den nackten Amphibien die Erection wegfällt. Gegen die Hypothese spricht ferner ein Präparat des anatomischen Museums zu Bonn von dem kleinen Gehirn eines Mannes, bei dem man bei der Section eine Atrophie der einen Hälfte des kleinen Gehirns fand. Siehe Weber in *nov. act. nat. cur.* 14. 111. Dieser Mann war an einer entzündlichen Krankheit gestorben, und hatte einen eher zu starken als zu schwachen Geschlechtstrieb; er war verheirathet und Vater von mehreren Kindern. Am merkwürdigsten sind aber die von Cruveilhier (*Anat. pathol. livr.* 15. 18.) mitgetheilten Thatsachen. In dem einen dieser Fälle, nämlich von einem 21jährigen Individuum, fanden sich zwei grosse tuberculöse Massen in der linken Hemisphäre des kleinen Gehirns, ohne para-

lytische Symptome, ohne Kopfschmerzen und ohne eine positive krankhafte Erscheinung in den Genitalien. Da dieses Individuum keine Neigung zu den Vergnügungen der Liebe gehabt haben soll, so könnte man diesen Fall als einen Beweis für die Gall-sche Hypothese ansehen. Indessen zeigt uns der zweite Fall eine Coincidenz des vollkommenen Mangels des kleinen Gehirns mit Neigung zur Mastupration; diess war ein 11jähriges Mädchen. Im 7. Jahre zeigte dieses Subjekt eine grosse Schwäche in den Extremitäten, Mangel an Intelligenz und eine undeutliche Articulation. Im elften Jahre, zur Zeit, wo das Individuum genauer beobachtet wurde, war die Schwäche in den Extremitäten so gross, dass es kaum die Beine bewegen konnte, die nichts von ihrer Sensibilität verloren hatten. Die Bewegung der Arme war gestattet; der intellectuelle Zustand war stumpfsinnig. Die Person starb an einer entzündlichen Krankheit. Die Fossae occipitales inferiores waren mit Serosität gefüllt. Statt des kleinen Gehirns fand sich nur eine kleine häutige Querbinde über dem verlängerten Marke, die jederseits in eine Haselnuss grosse Anschwellung überging. Der Pons fehlte durchaus, die Oliven waren undeutlich. Man sehe die Abbildung bei Cruveilhier *livr.* 15.

VI. Von den Hemisphären des grossen Gehirns.

Schon die stufenweise Entwickelung der Hemisphären des grossen Gehirns bis zum Menschen, die Coincidenz der Atrophie und des Mangels der Windungen derselben mit Idiotismus zeigen, dass man in diesem Organsysteme des Gehirns den Sitz der höheren Seelenthätigkeiten suchen muss. Es ist aber auch direct durch Versuche bewiesen, dass dem so ist. Besonders sind Flourens Versuche auch in diesem Punkte sehr lehrreich geworden, und Hertwig's Versuche haben sie im Wesentlichen nur bestätigen können. Die Hemisphären des grossen Gehirns zeigen beim Anstich und Anschneiden selbst keine Empfindlichkeit. Der Ort des Gehirns, wo die Empfindungen zu Vorstellungen gestaltet, die Vorstellungen aufbewahrt werden, um gleichsam als Schatten der Empfindung wieder zu erscheinen, ist selbst nicht empfindlich. Diese Erfahrung, die auch Hertwig machte, stimmt auch mit Erfahrungen am Menschen bei Kopfverletzungen überein; denn oft genug hat man schon beobachtet, wo man hervorgequollene Theile des Gehirns von den gesunden ablösen musste, dass diess auch bei einem Subjecte mit klarem Bewusstsein ohne alle Empfindung geschehen kann. Bei der Verletzung der Hemisphären entstehen auch keine Convulsionen, sondern die einzige constante Folge jeder tiefern Verletzung der Hemisphären ist Blindheit des Auges der entgegengesetzten Seite, und Stumpfsinn. Dass die oberen Theile der Hemisphären keine Muskelzusammenziehungen bewirken können, hatten schon Haller und Zinn gefunden. Auch die Corpora striata, die Sehhügel, bewirken gereizt nach Flourens keine Zuckungen, und Lorry hatte dasselbe schon von dem Corpus callosum ausgemittelt.

Die von Flourens und Hertwig über die Function der Hemisphären an verschiedenen Thieren angestellten Versuche stimmen im Allgemeinen sehr überein. Ich werde das sehr interessante Detail eines Versuches von Flourens an einer Taube mittheilen. Als Flourens der Taube die rechte Hemisphäre weggenommen hatte, war sie auf der entgegengesetzten Seite blind. Gleichwohl dauerte die Contractilität der Iris auf diesem Auge fort, aus Gründen, die schon oben p. 723. angegeben worden. In allen Theilen der entgegengesetzten Seite des Rumpfes zeigte sich eine deutliche Schwäche. Diese Schwäche ist indess nach Flourens sowohl in Hinsicht des Grades als der Dauer eine veränderliche Erscheinung. Bei allen Thieren kommen die Kräfte bald wieder ins Gleichgewicht, und das Missverhältniss zwischen beiden Seiten stellt sich wieder her. Die Taube sah auf der verletzten Seite sehr gut, sie hörte, stand, ging, flog ohne Hinderniss. Nach Wegnahme beider Hemisphären entsteht Verlust des Gesichts und Muskelschwäche, die jedoch weder bedeutend noch anhaltend ist. Eine solche Taube flog, wenn man sie in die Luft warf; sie ging, wenn man sie stiess. Die Iris war in beiden Augen beweglich; die Taube hörte nicht, sie bewegte sich nicht freiwillig, immer zeigte sie sich in der Art eines schlafenden Thieres, und wenn man sie reizte, so zeigte sie das Wesen eines erwachenden Thieres. In welche Lage sie nun auch gebracht wurde, so setzte sie sich ins Gleichgewicht; auf den Rücken gelegt, stand sie auf; Wasser, das man ihr in den Schnabel gab, trank sie; sie widerstrebte den Bemühungen, den Schnabel zu öffnen. Flourens vergleicht ein solches Thier mit einem Wesen, das immer zu schlafen genöthigt ist, aber selbst das Vermögen zu träumen verloren hat. Die Versuche an Säugethieren fielen fast eben so aus. Hertwig's Versuche stimmen mit denen von Flourens überein. Er fand die Hemisphären des grossen Gehirns nicht empfindlich, und nur bei der Verwundung der Basis des Gehirns zeigte ein Hund Zeichen des Schmerzes. Ein Hund, dem Hertwig beide Hemisphären weggenommen, bewegte sich nicht mehr freiwillig von dem Orte, wo er lag, sondern war ganz stumpfsinnig; angeregt, that er einige Schritte, sogleich fiel er aber wieder zu Boden und in Schlafsucht. Einen Schuss hörte er nicht. Eine Taube, welcher Hertwig den obern Theil der Hemisphäre wegnahm, hatte Gesicht und Gehör verloren und sass wie schlafend da. Er fütterte sie; Erbsen, die ihr bloss in den Schnabel gegeben wurden, verschlang sie nicht, wohl aber, wenn sie auf die Zunge gelegt wurden (Reflexion); die Muskeln waren wenig geschwächt; sie stand fest und flog, in die Luft geworfen. Dieser Zustand dauerte bis zum 15. Tage, wo das Gehör und die Empfindlichkeit grösstentheils wiederkehrten; diese Taube lebte drei Monate. Eine Henne, der beide Hemisphären bis fast auf die Basis ausgeschnitten waren, hatte Gesicht, Gehör, Geschmack, Geruch verloren, sass immer an einem Orte und gab kein Zeichen von sich, bis sie heftig angeregt, einige Schritte that. In diesem Sopor lebte das Thier ohne Wiederherstellung der Sinnesthätigkeit drei Monate. Schoeps hat ähnliche Versuche angestellt. Meckel's *Archiv.* 1827.

Offenbar, wie aus diesen Versuchen und den Folgen des Drucks auf die Hemisphären des Menschen hervorgeht, sind diese Theile des Gehirns der Sitz der Seelenfunctionen, der Ort, wo die Empfindungen nicht bloss bewusst werden, sondern zu Anschauungen, Vorstellungen umgeschaffen, und von wo aus die Seelenthätigkeit als Aufmerksamkeit bald mehr diesem, bald jenem Theile der sensoriellen Einwirkungen sich zuwendet. Welcher Unterschied in Hinsicht der Kräfte der grauen und markigen Substanz obwalte, ist gänzlich unbekannt. Mit der Ausdehnung der Oberfläche der Hirnwindungen nimmt offenbar die Capacität des Seelenvermögens in der Thierwelt zu; aber wir kennen nicht entfernterweise den Einfluss der grauen Rinde, in welche die unendliche Menge der Fasern des Stabkranzes zuletzt ausstrahlen. Welche Veränderung in den Markfasern oder der grauen Masse, oder dem sie beseelenden Principe vorgeht, wenn eine Vorstellung eine Impression auf die leicht veränderliche Materie des wunderbaren Baues macht, ist gänzlich unbekannt. Wir wissen nur, dass jede Vorstellung ein in dem Gehirn bleibender unveräusserlicher Eindruck ist, der in jedem Augenblicke wieder auftauchen kann, wenn die Thätigkeit der Seele sich ihm zuwendet, wenn die Aufmerksamkeit auf diesen Eindruck sich spannt, und dass nur die Unmöglichkeit vielen Gegenständen zugleich aufmerksam zu sein, jenes Vergessen erzeugt. Wir müssen uns alle diese Bilder im latenten Zustande als unvertilgbare Eindrücke des Gehirns denken. Eine Hirnverletzung kann einzelne oder alle verwischen. Man hat nach Hirnverletzungen das Gedächtniss für Hauptwörter, Zeitwörter und Lebensabschnitte schwinden und wiederkehren gesehen. Die Erhebung eines einzigen Bildes ins aufmerksame Bewusstsein modificirt die Coexistenz und stört das Gleichgewicht aller übrigen; daher, wenn die jedesmalige Stärke der zugleich vorhandenen latenten Vorstellungen bekannt wäre, die durch eine Vorstellung hervorzurufende verwandte Vorstellung fast berechnet werden könnte, wenn nur die erste bekannt ist.

Dass es im Gehirn eine affective Provinz oder ein affectives Element gebe, bei dessen Anregung jede Vorstellung an affectiver Stärke schwellen kann, und welches bei seiner vorzugsweisen Thätigkeit jede auch noch so einfache Vorstellung zum affectiven leidenschaftlichen Zustande macht, und auch im Traume den Bildern affective Farben und Nüancen giebt, ist im Allgemeinen zwar wahrscheinlich, lässt sich aber weder im Allgemeinen streng beweisen, noch örtlich nachweisen. Noch viel weniger lässt sich aber beweisen, dass selbst ausser dem leidenschaftlichen Element der Seele auch die verschiedenen Richtungen der Geistesthätigkeiten und Leidenschaften ihren besondern Sitz in den Provinzen der Hemisphären haben. Dieser Ansicht von Gall, auf welche sich die Cranioskopie gründen soll, steht zwar aus allgemeinen Gründen keine Unmöglichkeit entgegen, aber es giebt durchaus keine Thatsachen, welche nur entfernter Weise die Richtigkeit einer solchen Ansicht im Allgemeinen und die Richtigkeit der Durchführung im Einzelnen zu erweisen im Stande

wären. Es lässt sich keine Provinz des Gehirns nachweisen, worin das Gedächtniss, die Einbildungskraft u. s. w. ihren Sitz hätten. Immer kann das Gedächtniss durch Verletzung der Hemisphären an irgend einem Theile ihres Umfanges verloren gehen; und so ist es mit allen Hauptvermögen oder Richtungen der geistigen Thätigkeit. Bedenkt man auf der andern Seite die zum Theil ganz unpsychologischen, von Gall zusammengebrachten Urvermögen, so kann man diese durch nichts zu beweisenden Willkürlichkeiten ohne Weiteres von dem Forum wissenschaftlicher Untersuchungen ausschliessen. Ganz interessant ist in dieser Hinsicht, was Napoleon über Gall's System gegen Las Cases äusserte: „er schreibt gewissen Hervorragungen Neigungen und Verbrechen zu, die nicht in der Natur vorhanden sind, die nur aus der Gesellschaft, aus der Convention hervorgehen. Was würde aus dem Organe des Diebstahls werden, wenn es kein Eigenthum gäbe; aus dem Organe der Trinksucht, wenn es keine geistigen Getränke, aus dem Ehrgeiz, wenn es keine Gesellschaft gäbe." Obgleich Gall kein Organ der Trinksucht annahm, so ist doch diese Bemerkung in Beziehung auf die schlechte psychologische Grundlage der Gall'schen Organe richtig. Indessen wirft Napoleon's Bemerkung nur die Art der Durchführung, nicht das Princip des Gall'schen Systems um. Was das Princip betrifft, so ist gegen dessen Möglichkeit im Allgemeinen a priori nichts einzuwenden; aber die Erfahrung zeigt, dass jene Organologie von Gall durchaus keine erfahrungsmässige Basis hat, und die Geschichte der Kopfverletzungen spricht sogar gegen die Existenz besonderer Provinzen des Gehirns für verschiedene geistige Thätigkeiten. Nicht allein, dass die höheren und niederen intellectuellen Fähigkeiten, Denken, Vorstellen, Phantasie, Erinnern, an jeder Stelle der Oberfläche der Hemisphären durch Verletzung beeinträchtigt werden können; man hat auch oft genug gesehen, dass die verschiedenen Theile der Hemisphären die Thätigkeit der anderen bei den intellectuellen Functionen unterstützen können, und man hat bei Menschen, wo die Entfernung zerstörter Parthien der Oberfläche der Hemisphären nöthig war, öfter keine Aenderung in den moralischen und intellectuellen Eigenschaften derselben eintreten gesehen. Magendie hat vollkommen Recht, wenn er die Craniologie in eine Kategorie mit der Astrologie und Alchymie stellt.

Was das Verhältniss beider Hemisphären zu einander betrifft, so scheint es, dass die Integrität einer Hemisphäre die andere bei den intellectuellen Functionen ersetzen kann. Wenigstens hat man in einigen Fällen beständige Zerstörungen in der einen Hemisphäre ohne Störung des Geistes schon vorgefunden, und Cruveilhier (*Livr.* 8.) hat den Fall einer Atrophie der ganzen linken Hemisphäre des grossen Gehirns in einem 42jährigen Manne bei ungestörtem Geistesvermögen mitgetheilt. Die atrophirte linke Hemisphäre hatte ohngefähr die Hälfte der Grösse der rechten, alle Theile der ersten sind gleichmässig atrophirt; daher sind das Crus cerebri, das Corpus mammillare, der Thalamus opticus, das Corpus striatum, der Ventrikel dieser

Seite kleiner. Das kleine Gehirn war auf beiden Seiten ziemlich gleich ausgebildet; die rechte Hemisphäre ein wenig kleiner. In diesem Falle war die entgegengesetzte Seite des Rumpfes von Jugend auf unvollkommen gelähmt, so dass die Person noch an einem Stocke gehen konnte; die Glieder dieser Seite waren abgemagert.

Die Commissuren scheinen die Ursache der Einheit der Wirkungen beider Hemisphären zu sein. Welcher Antheil dem Balken hierbei zukomme, ist noch nicht ganz gewiss; doch scheint die Theilung desselben und des Fornix, nach einer Beobachtung von Reil (Reil's *Archiv.* 11. 341.), zur Ausübung der niederen Seelenthätigkeiten nicht nöthig. Reil fand diesen Mangel bei Erhaltung der Commissuren bei einer stumpfsinnigen Frau, die gleichwohl zu gewöhnlichen Aufträgen und Geschäften, wie Botenlaufen, fähig war. Dass man bei einer chronischen Hirnwassersucht mit Zerstörung des Balkens Blödsinn beobachtete, beweist wegen der Complication nicht viel. Indessen hat man bei Blödsinnigen schon Geschwülste und Hydatiden auf dem Balken gefunden, und La Peyronnie beobachtete bei Verletzung des Balkens Verlust des Gedächtnisses. Die hieher gehörigen Beobachtungen findet man von Treviranus (*Biol.* 6. 258.) und Burdach a. a. O. gesammelt. Directe Versuche über die Bedeutung des Balkens sind noch wenige gemacht. Saucerotte durchschnitt den Balken bei einem Hunde; es erfolgte Betäubung mit heftigem Schütteln und Schluchzen. Das Thier sah und hörte, aber roch nicht, und empfand nicht an den Ohren, an der Nase und bei Verletzungen der Muskeln. Burdach 3. 486. Rolando machte machte dieselbe Operation an einer Ziege, a. a. O. 2. 218. Das Thier stand einige Zeit unbeweglich, wurde darauf unruhig und lief vorwärts. Es wurde zwei Tage erhalten; allmälig wurde es schwach, konnte sich kaum erheben, und zitterte am ganzen Körper, der kalt war.

Die Bedeutung der Hypophysis und der Zirbeldrüse sind so gut wie gänzlich unbekannt. Greding fand zwar bei Seelenkrankheiten öfter Krankheiten der Hypophysis; allein man hat in Geisteskrankheiten schon in allen Theilen des Gehirns Entartungen gefunden. Wenzel fand die Hypophysis bei Epileptischen öfter krankhaft. Burdach 3. 467. Descartes Hypothese, dass der Sitz der Seele in der Zirbel sei, ist längst vergessen und aufgegeben. Diese zeigt sich nach Georget's Erfahrungen in Geisteskranken sogar selten verändert. Burdach 3. 467.

Die Anwendung der Resultate der pathologischen Anatomie auf die Physiologie des Gehirns kann übrigens immer nur sehr beschränkt sein. Wir kennen die Gesetze der Mittheilnng zwischen den verschiedenen Hirntheilen nicht, und wir können nur im Allgemeinen für gewiss annehmen, dass eine organische Krankheit in einem Theile des Gehirns auch Veränderungen der Function anderer Hirntheile nach sich zieht; ohne dass wir immer aus diesen und den pathologisch-anatomischen Resultaten sichere Schlüsse machen dürften. Degenerationen in den verschiedensten Theilen des Gehirns, welche nach den Versuchen nicht unmit-

telbar mit den Centralorganen des Sehsinnes zusammenhängen, bewirken gleichwohl oft Blindheit; diess darf uns um so weniger wundern, als wir selbst in Rückenmarkskrankheiten, wie bei der Tabes dorsalis, öfter Amblyopie erfolgen sehen. Dasselbe gilt von der Bedeutung der organischen Veränderungen der verschiedenen Hirntheile in Beziehung auf die Geisteskrankheiten, bei welchen sich öfter Degeneration in Hirntheilen vorgefunden hat, die nicht der wesentliche Sitz der intellectuellen Functionen sind. Die verdienstlichen Sammlungen und Berechnungen, welche Burdach über die Coincidenz der Degenerationen der Gehirntheile mit gewissen Veränderungen der Functionen gegeben hat, liefern für das Ebengesagte eine Fülle von Beispielen. Ferner muss bemerkt werden, dass eine chronische Veränderung im Gehirn, wenn sie bloss durch Druck wirkt, und keine volle Atrophie der gedrückten Theile erzeugt, durch ihre allmälige Entwickelung die afficirten Theile vorbereiten und an ihr Dasein gewöhnen kann. Daher der grosse Unterschied der plötzlichen und chronischen Verletzungen des Gehirns in Hinsicht der Folgen. So konnten z. B. so wichtige Theile, wie die Varolsbrücke und die Hirnschenkel, durch eine langsam sich entwickelnde perlartige Fettgeschwulst in ihren Wirkungen nicht wesentlich verändert werden, wie ein von Cruveilhier (*Anat. path. Livr.* 2.) mitgetheilter Fall beweist, in welchem weder die Bewegung, noch die Empfindung alterirt waren.

VII. Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes.

Unter Mechanik des Gehirns und Rückenmarks versteht man hier die Gesetze, nach welchen die Verbreitung und Leitung der Wirkungen in den Faserungen des Gehirns und Rückenmarks erfolgt; wir reden also hier auch wieder in demselben Sinne von Mechanik, wie die Physik bei der Mechanik des Lichtes. So ausgebildet bereits die Mechanik der Nerven ist, so dunkel ist die der Centraltheile; die Primitivfasern der Nerven in derselben Scheide zusammenliegend, theilen sich ihre Zustände nicht mit, und wirken isolirt von den peripherischen Theilen zu den Centraltheilen und von diesen zurück. In den Centraltheilen ist Mittheilung möglich. Nichts destoweniger erfolgt die Leitung in den Faserungen des Rückenmarks in der Regel immer leichter in der Richtung der Fasern als in abweichenden Richtungen; sonst wäre die motorische Excitation der Ursprünge gewisser Nerven des Rumpfes, und die kreuzende Wirkung des Gehirns auf die Spinalnerven nicht möglich. Die Gesetze der Leitung der grauen Substanz im Innern des Gehirns und Rückenmarks und auf der Oberfläche des grossen Gehirns sind uns gänzlich unbekannt. Auch müssen wir uns bescheiden, die Mitwirkungen der Faserungen bei allen intellectuellen Functionen des Gehirns von unsern Betrachtungen gänzlich auszuschliessen.

Ausser der Reflexion der Wirkungen von den Empfindungsfasern auf die Bewegungsfasern durch das Rückenmark, deren

Thatsachen p. 608. erläutert worden, deren Erklärung aus der Struktur des Rückenmarkes und Gehirns noch nicht möglich ist, hat die Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes, die in den Centraltheilen wirkenden motorischen Apparate, vorzüglich aber die Wege der Leitung bei den Empfindungen und Bewegungen, die hierbei stattfindende Kreuzung zu untersuchen.

Unter den motorischen Apparaten müssen wir diejenigen, deren Verletzung Zuckungen hervorbringt, von denjenigen unterscheiden, deren Verletzung die Kraft der Bewegung vermindert, ohne dass Zuckungen entstehen. Diess ist eine wichtige Unterscheidung, die wir Flourens verdanken, und welche einst für die Pathologie der Hirnkrankheiten von Wichtigkeit werden dürfte. In die erste Classe gehören nach Flourens und Hertwig's Versuchen nur die Vierhügel, das verlängerte Mark und das Rückenmark; in die letzte Classe alle sonst im Gehirn enthaltenen motorischen Apparate, namentlich die Sehhügel, gestreiften Körper, überhaupt das grosse Gehirn, so weit es auf Bewegung Einfluss hat, ferner Pons Varolii und kleines Gehirn. Nach der Verletzung dieser Theile nimmt die Kraft der Bewegung ab, aber es entstehen keine Zuckungen, während nach Verletzung des verlängerten Markes und Rückenmarkes unfehlbar Zuckungen erfolgen. Obgleich nun bei der Weckselwirkung der verschiedenen Theile des Gehirns wahrscheinlich auch andere Theile, als das verlängerte Mark und die Vierhügel, in Krankheiten sympathisch Zuckungen bewirken können, wie auch die Pathologie bestätigt: so geht doch aus den oben mitgetheilten Thatsachen so viel hervor, dass, wenn die Kraft beweglicher Theile aus Krankheitsursachen in den Centraltheilen abgenommen hat, diese Ursachen eben so gut in den gestreiften Körpern, Thalami optici, Hemisphären, Pons, Cerebellum, Medulla oblongata, Medulla spinalis, liegen können, dass aber, wenn Krampf oder Zuckung und Lähmung ihre Ursache in den Centraltheilen haben, diese viel eher in den Vierhügeln, im Rükkenmark und verlängerten Mark, als in den übrigen der oben genannten Theile zu suchen ist.

Ein anderer für die Mechanik der Centraltheile wichtiger Umstand ist die Kreuzung der Wirkungen. Aus den über die Verwundung des Rückenmarkes und verlängerten Markes bei Thieren angestellten Versuchen und aus pathologischen Beobachtungen ergiebt sich, dass die Wirkungen dieser Theile auf die Nerven sich nicht kreuzen. Eine Verletzung des verlängerten Markes oder des Rückemarkes bewirkt immer Zuckung oder Lähmung auf derselben Seite. Diess ist für das Rückenmark leicht erklärlich, weil es in ihm keine Kreuzung der Fasern von rechts nach links und umgekehrt giebt. In Hinsicht des verlängerten Markes ist das Ergebniss der Versuche von Flourens, Hertwig nicht ganz mit der Structur übereinstimmend; denn da von den Strängen des verlängerten Markes wenigstens die Pyramiden sich kreuzen, die anderen Stränge aber auf derselben Seite des Rückenmarkes fortgehen, so sollte man erwarten, dass je nach der Art der verletzten Theile des verlängerten Markes

bald eine kreuzende, bald eine gleichseitige Wirkung erfolge. Lorry hatte in der That auch beobachtet, dass bei Verwundungen des verlängerten Markes die Zuckungen stets auf der verwundeten, die Lähmungen auf der entgegengesetzten Seite seien. Indess sind die Resultate der Versuche von Flourens und Hertwig durchaus dagegen. Aber man muss bedenken, dass die Versuche meist wohl nur an den sich nicht kreuzenden seitlichen Strängen des verlängerten Markes angestellt wurden; und es ist sehr wahrscheinlich, dass, wenn eine Verwundung die Pyramiden des verlängerten Markes über der Kreuzung trifft, auch Kreuzung der Wirkungen erfolgen wird. Die Wirkungen des kleinen Gehirns, der Vierhügel, der Hemisphären und der darin enthaltenen Theile ist fast immer kreuzend; die Verletzung des kleinen Gehirns, der Vierhügel und der Hemisphären des grossen Gehirns bewirkt immer die Schwäche auf der entgegengesetzten Seite, die Verletzung der Hemisphären, der Vierhügel bewirkt Blindheit auf der entgegengesetzten Seite. Diess ist das allgemeine Resultat der Versuche von Flourens und Hertwig. Von dem grossen Gehirn hatten diess schon theils Versuche, theils pathologische Beobachtungen von Caldani, Arnemann, Valsalva, Wenzel u. A. erwiesen. Siehe Treviranus *Biol.* 6. 117. Burdach a. a. O. 3. 365. Magendie sagt dasselbe von den Hemisphären, und er bewirkte durch Exstirpation eines Auges bei Vögeln sogar in kurzer Zeit Atrophie des entgegengesetzten Lobus opticus. Die Vierhügel zeigen bei Verletzungen derselben die kreuzende Wirkung nach Flourens vorwärts und rückwärts, nach vorn auf die Augen, nach hinten auf die anderen Theile des Körpers. Mit diesem Resultate stimmen auch die meisten pathologischen Beobachtungen überein, und man hat nur selten Ausnahmen beobachtet, welche Treviranus (*Biol.* 6.) und Burdach zusammengestellt haben. Aus Burdach's Zusammenstellung von 268 Fällen mit einseitiger Abnormität des Gehirns ergiebt sich, dass auf diese Zahl 10 Fälle mit Lähmung beider Seiten, und 258 mit Hemiplegie kommen, und dass unter diesen nur 15 mit gleichseitiger Lähmung sind. Die Convulsionen waren in 25 Fällen gleichseitig, in 3 Fällen ungleichseitig.

Nach diesen Thatsachen lässt sich wohl die Entstehung des alten, schon von Hippocrates an geltenden Dogma erklären, dass bei Gehirnwunden die Convulsion auf der verwundeten, die Lähmung auf der entgegengesetzten Seite sei. Man kann nämlich durch eine gewisse Art der Hirnverwundung beide Erfolge zugleich erzeugen, indem man Lähmung bedingende und Zuckung bedingende, kreuzende und nicht kreuzende Theile verletzt. Niemand hat diese Verhältnisse mehr aufgeklärt als Flourens. Durch Verletzung des Rückenmarkes und des verlängerten Markes bewirkt man Lähmung und Zuckung auf derselben Seite, durch Verletzung der Vierhügel Lähmung und Zuckung auf der entgegengesetzten Seite. Durch Verletzung der Thalami, Corpora striata, Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns bewirkt man Lähmung auf der entgegengesetzten Seite ohne Zukkung. Wird aber das kleine Gehirn und das verlängerte Mark

zugleich auf einer Seite verwundet, so hat man lähmungsartige Schwäche auf der entgegengesetzten, und Zuckung und Lähmung auf derselben Seite. Siehe Flourens a. a. O. p. 108. So viel Licht indess die Versuche von Flourens über die Kreuzung der Lähmungen und Convulsionen werfen, so scheint derselbe doch aus seinen Versuchen zu viel gegen die Möglichkeit von gleichseitigen Convulsionen bei Hirnfehlern auf einer Seite geschlossen zu haben. Es ist zu auffallend, dass in Burdach's Zusammenstellung von einseitigen Hirnfehlern die Convulsion in 25 Fällen gleichseitig, nur in 3 Fällen ungleichseitig erfolgte; unter diesen Beobachtungen sind uns gerade diejenigen von Wichtigkeit, wo bei ungleichseitiger Lähmung gleichseitige Convulsion erfolgte. Bei Fehlern in dem Corpus striatum einer Seite kommen auf 36 Fälle von ungleichseitiger Lähmung 6 Fälle mit gleichseitiger Convulsion, und keine mit ungleichseitiger Convulsion vor. Diess dürfte ziemlich deutlich für den alten Satz sprechen, dass, wenn bei einseitigen Hirnfehlern mit ungleichseitigen Lähmungen Convulsionen vorkommen, diese leichter gleichseitig als ungleichseitig sind.

Die Erklärung der kreuzenden Wirkung durch die Kreuzung der Fasciculi pyramidales des verlängerten Markes liegt zu nahe, als dass sie nicht seit der Kenntniss dieser Kreuzung als Ursache der kreuzenden Hirnwirkungen angenommen worden wäre. Es beweist auch die Kreuzung dieser Fascikel in Uebereinstimmung mit der kreuzenden Wirkung des Gehirns auf den Rumpf, dass die Pyramiden unter den Strängen des verlängerten Markes vorzüglich es sind, welche den motorischen Einfluss vom Gehirn auf den Rumpf leiten. Da indess die übrigen Fascikel des verlängerten Markes sich nicht kreuzen, so fehlt es auch nicht an einem Erklärungsgrunde für die ausnahmsweise stattfindende gleichseitige Wirkung des Gehirns auf den Rumpf.

Eine ganz besondere Schwierigkeit bietet das Verhalten der Hirnnerven in Beziehung auf Kreuzung und Nichtkreuzung der Wirkungen dar. Denn da diese grösstentheils über der Kreuzung der Pyramiden ihren Ursprung nehmen, so lässt sich die Kreuzung der Pyramiden auch nicht als Erklärung der kreuzenden Wirkung der Hirnverletzungen auf die Hirnnerven annehmen; und was die Sache noch verwickelter macht, ist der Umstand, dass die Hirnnerven beim Menschen wenigstens eben so häufig eine gleichseitige, als eine kreuzende Wirkung des Gehirns erfahren. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die von Burdach mit einem bewunderungswürdigen Fleisse zusammengestellten Thatsachen. Bei einseitigem Hirnfehler erfolgte Lähmung der Gesichtsmuskeln in 28 Fällen auf der entgegengesetzten Seite, in 10 Fällen auf derselben Seite. Lähmung des Augenliedes erfolgte gleichseitig in 6, kreuzend in 5 Fällen; Lähmung der Augenmuskeln gleichseitig in 8, kreuzend in 4 Fällen; Lähmung der Iris gleichseitig in 5, kreuzend in 5 Fällen. Burdach 3. 372. Die Zunge ist in der Regel gegen die gelähmte Seite des Gesichts hingezogen. Burdach 3. 377.

Beim Menschen beobachtet man in Hirnfehlern eben so oft

eine gleichseitige als eine kreuzende Lähmung des Auges. Burdach 3. 378. Da zu der Zusammensetzung des Sehnerven jedes Auges beide Hemisphären beitragen, indem jede Sehnervenwurzel im Chiasma Fasern für beide Augen abgiebt, so ist die Gleichzahl der kreuzenden und nicht kreuzenden Wirkung leicht einsichtlich. Aber nach der Theorie sollte durch einen einseitigen Hirnfehler weder eine kreuzende noch eine gleichseitige Blindheit, sondern halbseitige Lähmung der Markhäute beider Augen, also Halbsehen erfolgen; indem die linke Sehnervenwurzel in den linken Theil der Sehnerven beider Augen, die rechte Sehnervenwurzel in den rechten Theil der Sehnerven beider Augen im Chiasma übergeht. Man hat zwar schon öfter Halbsehen als vorübergehendes Symptom beobachtet. Siehe Mueller's *Physiol. d. Gesichtsinnes. p.* 93. Aber bei einseitigen Hirnfehlern kommt nicht Halbsehen, sondern in der Regel Blindheit des einen, oder des andern, oder beider Augen vor. Sehr merkwürdig ist der Unterschied des Menschen und der Thiere, dass bei ersterem Hirnfehler eben so leicht eine gleichseitige als eine kreuzende Blindheit hervorbringen, während bei den Thieren immer auf einseitige Hirnverletzungen kreuzende Blindheit eintritt. Diess erklärt sich indess aus der bei den Thieren verschiedenen Mischung der Fasern in dem Chiasma der Sehnerven. Bei den Thieren scheint der grösste Theil der Fasern kreuzweise zur entgegengesetzten Seite zu gehen, und diess ist wohl durch den Umstand nothwendig bedingt, dass die Thiere mit dem grössten Theile der Sehfelder ihrer divergirenden Augen ganz verschiedene Gegenstände sehen. Nur die mittlern Objecte zwischen beiden Augen werfen ihr Bild auf beide Augen; also nur ein kleiner Theil des Sehfeldes beider Augen ist identisch. Beim Menschen aber sehen die geometrisch correspondirenden Theile beider Markhäute bei der gewöhnlichen Stellung beider Augen immer dasselbe Object. Diese geometrisch übereinstimmenden Theile ihrer Sehnervenhaut haben nur eine Empfindung trotz zwei Organen. Und damit stimmt der Bau des Chiasmas beim Menschen überein, dass nämlich jede Sehnervenwurzel die äusseren Fasern des Sehnervens derselben Seite, und die inneren Fasern des entgegengesetzten Sehnervens abgiebt.

Aus den vorher entwickelten Thatsachen der Mechanik des Gehirns, und aus den schon in der Lehre vom Rückenmark aufgestellten Grundsätzen der Mechanik desselben lässt sich nun eine Classification der Lähmungen und Krämpfe in Hinsicht ihres Ursprunges geben.

A. Lähmungen. Die Lähmungen sind theils Nervenlähmungen, die ihren Sitz bloss in einem einzelnen Nerven und nicht im Gehirn und Rückenmark haben, theils Hirn- und Rückenmarkslähmungen. Die ersteren entstehen durch alle Ursachen, welche in den Nerven örtlich die Leitung aufheben, wie rheumatische Affection, Durchschneidung, Geschwülste der Nerven etc. Bei den letzteren ist die Ursache nicht in den Nerven, sondern in den Centraltheilen zu suchen. Die meisten Lähmungen sind Hirn- und Rückenmarkslähmungen. Von diesen ist hier zunächst

die Rede. Diese Lähmungen sind theils halbseitig, Hemiplegie, theils Querlähmungen, Paraplegie; im erstern Falle ist die lähmende Ursache auf einer Seite des Gehirns oder Rückenmarkes, im letztern ist sie entweder auf beiden Seiten, oder auch auf einer von beiden, denn eine Querlähmung erfolgt auch öfters, wenn auch die Ursache nur auf einer Seite des Gehirns ist.

1) Rückenmarkslähmungen. Sie haben das Eigenthümliche, dass der Sitz der Lähmung in der Regel aus dem Umfange der gelähmten Theile berechnet werden kann. Denn bei Rückenmarksverletzungen sind in der Regel alle Theile gelähmt, welche unter der verletzten Stelle des Rückenmarkes von der Fortsetzung des verletzten Stranges Nerven erhalten. Bei einer Rükkenmarkslähmung mit blosser Lähmung der unteren Extremitäten, der Schliessmuskeln ist in der Regel der untere Theil des Rükkenmarkes leidend; liegt die Ursache höher, so ist der Umfang der gelähmten Theile grösser. Eine lähmende Ursache unter dem vierten Halsnerven lähmt die oberen Extremitäten allein oder mit allen tieferen Theilen; aber nicht den Nervus phrenicus. Eine höhere Verletzung lähmt auch diesen Nerven. Eine lähmende Ursache an der Medulla oblongata lähmt den ganzen Rumpf und auch die von der Medulla oblongata entspringenden Kopfnerven. Ich kenne einen Fall von Krankheit der Medulla oblongata von Druck einer kleinen Geschwulst, wo eine unvollkommene Lähmung allmälig in allen Muskeln des ganzen Körpers zugleich eintrat, und sowohl die Arme als die Beine, die Zunge, wie die Augen und Gesichtsmuskeln afficirt waren. Im Allgemeinen gilt bei Rückenmarkslähmungen die Richtschnur, dass die Höhe der gelähmten Theile nach dem Ursprunge ihrer Nerven den Sitz der verletzten Stelle des Rückenmarkes andeutet. Bei einer Verletzung des Lendentheils des Rückenmarkes sind nothwendig die unteren Extremitäten gelähmt, und niemals die oberen Extremitäten. Bei einer Lähmung der Arme von Rückenmarksleiden reicht die Ursache sicher über den Ursprung der Armnerven hinauf, deswegen brauchen aber nicht die unteren Extremitäten zugleich gelähmt zu sein. Immer ist die Wirkung auf derselben Seite wie die Ursache. Ist die Empfindung gelähmt, so ist es wahrscheinlich, aber nicht gewiss, dass die Ursache in den hinteren Strängen des Rückenmarkes sei; ist die Bewegung gelähmt, so ist sie häufiger, aber nicht constant in den vorderen Strängen.

Diese Lähmungen sind bald vollkommene, bald unvollkommene, Paresis. Bei den vollkommenen ist die Leitung des Hirneinflusses an einer Stelle des Rückenmarkes aufgehoben, bei den unvollkommenen ist die Leitung vorhanden, der Wille wirkt auf alle Muskeln, aber die Kraft erlischt, wie bei der Atrophie des Rückenmarkes, Tabes dorsalis.

2) Hirnlähmungen. Sie können sich an jedem Theile des Rumpfes, am Gesicht, wie an den oberen und unteren Extremitäten äusseren. Eine Lähmung der Wadenmuskeln oder der Schliessmuskeln kann daher eben so gut eine Rückemarks- als eine Hirnlähmung sein. Dass es eine Hirnlähmung sei, kann

erst daraus geschlossen werden, dass zu den gelähmten Theilen und Functionen auch solche gehören, die von Hirnnerven abhängig sind, wie die Augenmuskeln, das Sehvermögen des Auges, das Gehör, die Sprache oder Bewegung der Zunge, die Gesichtsmuskeln u. s. w.; diese Lähmungen sind auch wieder Lähmungen der Empfindung, oder der Bewegung, oder beider zugleich. Bei den Lähmungen der Bewegung kann die Ursache in den gestreiften Körpern, in den Thalami, in den Decken der Hemisphären selbst, in den Vierhügeln, im Pons, in der Medulla oblongata, im kleinen Gehirn sein. Serres, Bouillaud, Pinel-Grand-Champ behaupten nach ihren Beobachtungen, dass die Lähmung der vorderen Extremitäten öfter von Verletzung der Thalami, die Lähmung der hinteren Extremitäten öfter von Degenerationen der Corpora striata abhänge; diess ist keinesweges festgestellt. Bei den Lähmungen der Empfindung kann die Ursache sehr verschiedene Sitze haben. Blindheit erfolgt am häufigsten von Degeneration der Hemisphären, besonders der Thalami, ferner der Corpora quadrigemina; Mangel der Gefühlsempfindung bei Krankheiten der Medulla oblongata. Die Lähmung ist bald vollkommen, bald unvollkommen; Theile, welche verletzt am leichtesten die Kraft der Bewegung rauben, sind die Corpora striata, Thalami, die Schenkel des grossen Gehirns, Pons. Unvollkommene Lähmung erfolgt am leichtesten von Krankheiten der Hemisphären des grossen Gehirns und Krankheiten des kleinen Gehirns. Theile des Gehirns, welche ausser Lähmung auch leicht Krämpfe erzeugen, sind die Vierhügel, die Medulla oblongata und die Basilartheile des grossen Gehirns. Die Wirkungen der lähmenden Ursache erfolgen an dem Rumpfe in der Regel kreuzend, an dem Kopfe eben so oft gleichseitig als kreuzend.

B. Convulsionen. Sie haben ihre Ursache theils in den Nerven, theils im Gehirn, theils im Rückenmark.

1) In den Nerven. Hieher gehören die durch örtliche Nervenkrankheiten, Nervengeschwülste, Neuralgien, oder überhaupt heftige Empfindungen, und bei Kindern durch alle örtlichen Krankheiten erregten Convulsionen von Leitung der centripetalen Erregung auf das Rückenmark und Gehirn, und Reflexion auf die motorischen Nerven.

2) Im Rückenmarke. Die Gesetze, nach welchen die Lähmungen erfolgen, gelten auch hier für die Convulsionen.

3) Im Gehirn. Eben so verhält es sich mit dem Gehirn, nur ist zu bemerken, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, des kleinen Gehirns, des Pons mehr zu den Lähmung bedingenden, die Vierhügel und die Medulla oblongata zu den Lähmung und Convulsion bedingenden Theilen des Gehirns gehören.

Nachdem wir die Gesetze der Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes bisher bei der Fortpflanzung der Wirkungen untersucht haben, wenden wir uns zuletzt zu den aus dem aufgehobenen Gleichgewicht der Hirnwirkungen erfolgenden statischen Erscheinungen. Nach Verletzung gewisser Theile des Gehirns treten Erscheinungen ein, als wäre das Gleichgewicht von Kräften aufgehoben, die sich nun einseitig äussern. Diese Erschei-

nungen bilden eine ganz besondere Classe. Man zerstört einen Theil, und der gleichnamige der andern Seite scheint darauf in eine verstärkte Wirkung zu treten. Das Drehen der Thiere im Zirkel nach einer Seite tritt nach Magendie nach Verletzungen der Brücke auf einer Seite ein; Schnitte in den linken Theil des Pons verursachen das Drehen nach der linken Seite und umgekehrt. Hat man die drehende Bewegung des Thieres nach einer Seite durch Verletzung des Pons auf derselben Seite bewirkt, so kann man diese Bewegung dadurch aufheben, dass man die Brücke auch auf der andern Seite durchschneidet. Hertwig sah nach Durchschneidung des Pons auf einer Seite nicht allein die Zirkelbewegung, sondern auch, dass beide Augen verdreht wurden, indem das eine nach oben, das andere nach unten gewandt war. Nach querem Durchschnitt in die Brücke konnte ein Hund zwar stehen, konnte aber keinen Schritt thun, ohne zu fallen; die willkürlichen Bewegungen waren nicht aufhoben und die Empfindungen unverändert.

Die Durchschneidung der Schenkel des kleinen Gehirns zur Brücke bewirkt nach Magendie ebenfalls ein Herumwälzen der Thiere nach der Seite. Diese Bewegung soll zuweilen so schnell erfolgen, dass das Thier mehr als 60 Umdrehungen in der Minute macht. Magendie will diese Bewegungen acht Tage lang fortdauernd gesehen haben, ohne dass sie einen Augenblick aufgehört hätten.

Nach Wegnahme der gestreiften Körper auf beiden Seiten tritt nach Magendie's Versuchen bei den Thieren ein unwiderstehlicher Trieb, vorwärts zu entfliehen, ein, der sich auch nach dem Verluste des Gesichts zeigen soll.

Magendie hat auch nach Verletzungen des kleinen Gehirns bei Säugethieren und Vögeln eine Neigung zu Rückwärtsbewegungen bemerkt; dieselbe Erscheinung soll zuweilen nach Verletzungen des verlängerten Markes erfolgen; so sah Magendie Tauben, denen er eine Nadel in das verlängerte Mark gestochen, länger als einen Monat immer rückwärts gehen; er erzählt, dass sie sogar rückwärts flogen. Endlich will Magendie bei gewissen Verletzungen des verlängerten Markes eine Tendenz zur Kreisbewegung wie auf der Reitbahn, entweder nach rechts oder links, bemerkt haben. Diess sah er bei einem 3—4 Monate alten Kaninchen, wo er die vierte Hirnhöhle blosslegte, das kleine Gehirn aufhob und einen senkrechten Einschnitt in die Rautengrube 3—4 Millim. von der Mittellinie machte; beim Einschnitte nach rechts drehte sich das Thier rechts herum.

Aus diesen wichtigen Thatsachen schliesst Magendie auf gewisse im Gehirn vorhandene Impulse zu Bewegungen, wovon der eine nach vorn, der andere nach hinten, der eine nach rechts, der andere nach links das Thier zu Bewegungen bestimmen, deren Detail es willkürlich ausführt, und welche sich im Zustande der Gesundheit das Gleichgewicht halten. Ob diese Erklärung richtig sei, lässt sich jetzt nicht entscheiden. Man sieht leicht ein, dass ein Thier zu solchen Bewegungen auch bestimmt werden kann, wenn durch die Art der Verletzung eine gewisse einseitige

Art der Bewegung des Nervenprincipes im Gehirn einträte, in den Sinnen als scheinbare Schwindelbewegung entweder der Objecte oder seines eigenen Körpers, welchen das Thier entweder zu widerstehen sucht oder welchen es schwindelnd folgt.

Die zuletzt betrachteten Erscheinungen aus der Statik der Nerven sind motorischer Art; es giebt aber auch ähnliche Erscheinungen sensorieller Art. Es giebt Einwirkungen auf das Gehirn, welche keine rotatorischen Bewegungen, sondern rotatorische Empfindungen hervorrufen. Hieher gehören die rotatorischen Schwindelempfindungen, welche am meisten vom Gesichtssinne bekannt sind. Es ist eine bekannte Thatsache, dass, wenn man sich eine Zeitlang schnell um seine Achse dreht, man nicht allein die Besinnung zu verlieren anfängt, sondern auch beim Stehenbleiben dann die Gegenstände selbst sich in derselben Richtung zu drehen scheinen. Ueber diese Erscheinungen hat Purkinje sehr merkwürdige Beobachtungen angestellt, und in den medicinischen Jahrbüchern des Oesterreichischen Staates Bd. . mitgetheilt. Es geht daraus hervor, dass man die Richtung . Rotation der Bilder durch die Stellung des Körpers und insbesondere des Gehirns, und die spätere Stellung desselben beim Stehenbleiben modificiren kann. Es steht in der Gewalt des Experimentators, eine horizontale oder verticale, oder schiefe Kreisbewegung, oder eine tangentiale Scheinbewegung der Gegenstände durch Drehung des Körpers zu bewirken. Nur wenn der Kopf die gewöhnliche aufrechte Stellung beim Drehen hat, erfolgt beim Stehenbleiben bei aufrechtem Kopfe die horizontale Kreisbewegung der Gegenstände; hält man aber den Kopf beim Drehen hinten über, und stellt ihn beim Stillstehen gerade, so ist die Scheinbewegung wie die eines Rades um die Achse in einem vertical gestellten Kreise, und so kann man die Scheinbewegung jedesmal nach dem Unterschiede in der Lage des Durchschnittes des Kopfes beim Drehen und beim Stillstehen ändern. Wenn aber der Körper auf einer Scheibe liegend mit dieser gedreht wird, entsteht auch eine tangentiale Scheinbewegung. Aus der Wiederholung dieser Versuche ergiebt sich, dass der Durchschnitt des Kopfes, als einer Kugel, um deren Achse die wahre Bewegung geschah, jedesmal die Scheinbewegung der Gegenstände, bei der nachmaligen Lage des Kopfes, während des Stehenbleibens bestimmt. Purkinje schliesst aus diesen merkwürdigen Versuchen, dass durch die Drehung des Kopfes und ganzen Körpers die Theilchen des Gehirn dieselben Bewegungstendenzen, wie die Theilchen einer geschwungenen Scheibe erhalten müssen, und dass diese Störung ihrer Ruhe sich durch die scheinbaren Schwindelbewegungen äussert. Man kann sich das Phänomen vielleicht besser so versinnlichen, dass man es von den Eindrücken des Blutes auf die Hirnmasse in einer Richtung ableitet. Es wäre indess auch möglich, dass durch die Drehungen eine Aberration eines feineren Principes, als der Hirntheilchen oder des Blutes, durch Aufheben des Gleichgewichts der Kräfte eine Aberration des Nervenprincipes selbst Statt fände, welche den Sinnen als Scheinbewegung der Gegenstände vorkommt. Wenigstens bewir-

ken Narcotica ohne mechanische Störungen auch Schwindelbewegungen. Jedenfalls bieten diese Erscheinungen eine sehr interessante Parallele sensorieller Phänomene zu den vorher beschriebenen, durch das Aufheben des Gleichgewichts der Kräfte in den motorischen Theilen entstehenden Zirkelbewegungen dar.

Ob es directe Wirkungen von bestimmten Faserzügen im Gehirn auf bestimmte Eingeweide gebe, ist noch ungewiss. Die Erscheinungen, welche Budge (*Untersuchungen über das Nervensystem* 1841) und Valentin (*Repert. VI.* 359.) bei Verletzungen von Hirntheilen an verschiedenen Eingeweiden beobachtet, sind nicht constant. Siehe Volkmann in Mueller's *Arch.* 1842. *p.* 372. Stilling in Haeser's *Arch. für die gesammte Medicin. B.* 3. *u.* 4.

Nachträge.

Galle p. 432. Ueber die Zusammensetzung der Galle aus einem electronegativen Körper und Natron siehe ferner Kemp *im Journal f. prakt. Chemie von* Erdmann *u.* Marchand. *B.* 28. *p.* 154. Liebig in *Ann. für Chemie und Pharm. B.* 47. *p.* 1. Platner in Mueller's *Arch.* 1844. *p.* 93. und Haeser's *Arch. B. VI. p.* 274. Nach Platner ist die Galle ein Doppelsalz, zusammengesezt einerseits aus Natron mit Kohlenstickstoff und den Elementen von Wasser, und andrerseits aus Natron mit Kohlenwasserstoff und den Elementen von Wasser. Den ersten dieser Körper hat er krystallinisch dargestellt, Natroncholin, den andern nennt er Natroncholoidin. Ob das Choloïdin oder, was dasselbe ist, die Choloidinsäure identisch ist mit der Choloïdinsäure von Demarçay lässt er ungewiss.

Wird die Galle bei einem Thiere durch eine Fistel der Gallenblase und der Bauchdecken nach aussen geleitet, nachdem vorher der Ductus choledochus unterbunden worden, so sterben die Thiere nach völliger Abzehrung. Schwann in Muell. *Arch.* 1844. *p.* 127.

Harn p. 500. Nach Liebig's neuern Untersuchungen fehlt die Milchsäure im Harn, dagegen enthält der Harn des Menschen bei vegetabilischer Nahrung Hippursäure, wie derjenige der Pflanzenfresser. *Ann. d. Chemie u. Pharm. B.* 50. *p.* 162.

Berlin, gedruckt bei den Gebr. Unger.

Nachträge und Berichtigungen.

I. Band, dritte Auflage.

Seite 381. wo die Wirkungen des organischen Fasersystems erläutert werden, sind zwei Thesen aufgestellt, dass es entweder mit den Ganglien die unwillkührliche vom Gehirn und Rückenmark unabhängige Bewegung vermittele, oder den chemischen Processen der Absonderung und der Veränderung der Materie diene. Für diese Thesen wurden theils experimentelle, theils anatomische Thatsachen beigebracht, ohne dass ein entschiedenes Uebergewicht der Gründe zur Feststellung einer dieser Ansichten berechtigte. Doch tritt eine Begünstigung der letztern Ansicht in der Darstellung hervor. Zufolge einiger neuern Beobachtungen von Remak wird der Antheil der Ganglien an der unwillkührlichen Bewegung in so weit wahrscheinlicher, als Remak an den auf der Oberfläche des Herzens verlaufenden Aesten der Herznerven, beim Kalb viele kleine mikroskopische Ganglien gefunden hat. Vergl. die im zweiten Bande p. 70. aufgestellte Hypothese. Vielleicht lassen sich beide Ansichten vereinigen.

II. Band.

Seite 310. Z. 15. über den Bau der Augen bei den Spinnen und die Vereinigung der Charactere der zusammengesetzten Augen mit denen der einfachen, siehe Brants *in Tydschrift voor natuurlyke geschiedenis*. 4. 1. *und* 2. *Stück*. *p*. 135.

— 322. Z. 5. v. u. über Richtungslinien des Sehens vergl. Mile in Poggend. *Ann*. 1837. *N*. 9. *p*. 37.

— 316. Z. 12. v. u. über den Bau der Retina vergl. Valentin *Repert*. 1837. 2.

— 440. Z. 10. v. u. In Beziehung auf die hier angeführten Gründe für die Meinung, dass das Knacken von einer willkührlichen Zusammenziehung des Musculus tensor tympani herrühre, bemerke ich nachträglich, dass mir nach reiflicherer Erwägung jene Gründe zu einem Beweise nicht hinreichend scheinen.

— 441. Z. 4. Der knackende Ton kann ferner mit dem brummenden p. 440. unten beschriebenen zugleich erfolgen, aber auch davon isolirt werden. Bringe ich die Bewegung für beide hervor, und gebe gleich darauf einen summenden Ton der Stimme bei geschlossenem oder wenig geöffnetem Munde an, so hat dieser eine ausserordentliche Resonanz, und es muss in Folge jener Bewegung etwas verändert seyn, wodurch etwas stark resonirt, was vorher schwach oder gar nicht resonirte. Die Resonanz des Tons der eignen Stimme ist so stark, dass es wie Orgelton klingt. Die Bewegung zum Knacken scheint die Resonanz nicht einzuleiten, sondern die zweite Art der Bewegung thut es, denn ich kann die Bewegung des Knackens isoliren, ohne dass die Stimme resonirt. Ich kann ferner die Resonanz auf dem einen und andern Ohr isolirt

eintreten lassen. Eine Erklärung dieser Erscheinung will mir nicht gelingen. Noch ein anderes Resonanzphänomen des Ohrs verdient hier erwähnt zu werden. Dieses kann jeder leicht beobachten, was mit dem vorhererwähnten nicht der Fall ist. Wenn man irgend einen Ton bei zugehaltenem Mund summend singt, und mit den lose eingesteckten Fingern seiner Hand die beiden Ohröffnungen deckt, ohne fest an zu drücken, so hört man seinen Stimmton viel stärker als zuvor, aber mit einer eigenen dumpfen Resonanz in den Ohren, wie Orgelton. Wenn der Finger tiefer und fest eindrückt, so hört die Resonanz auf. Man kann, wenn man den Finger bloss lose in das eine Ohr hält, die Resonanz auch auf diesem einen Ohre hören. Der Klang bei diesem Resonanzphänomen ist ähnlich demjenigen bei dem vorherbeschriebenen, aber sehr viel schwächer.

Seite 473. Z. 15. Die obigen Figuren können auch die Veränderung des Klanges eines Instrumentes durch Resonanz erläutern. Die kleinste Veränderung eines resonirenden Körpers verändert seinen Klang, wahrscheinlich indem die Abwerfung der Wellen verändert wird. Da nun die Kreuzung der primitiven Wellen mit den resonirenden Wellen äusserst mannigfaltig seyn kann, so kann auch der Klang von Resonanz äusserst mannigfaltig seyn.

Berlin, gedruckt bei den Gebrüdern Unger.

Nachricht.

Zur Förderung der Publication des Handbuchs der Physiologie hat man sich entschlossen, was vom zweiten Bande gedruckt jetzt vorliegt, erscheinen zu lassen. Es ist das erste Drittheil des zweiten Bandes, der ohngefähr dieselbe Stärke wie der erste Band erhalten und 50—56 Bogen umfassen wird. Die zweite Abtheilung wird die Physiologie der Sinne und des Seelenlebens, die dritte die Physiologie der Zeugung und Entwickelung enthalten. Die Erscheinung dieser Abtheilungen hofft man zu beschleunigen, da sie für den Verfasser wegen der vorhandenen Leistungen und eigener früherer Arbeiten weniger neue Studien als die gegenwärtige Abtheilung erfordern. Jede Abtheilung wird zwar mit besonderm Titel ausgegeben; die Titel der Abtheilungen fallen indess nach Vollendung des ganzen zweiten Bandes, womit das Werk geschlossen ist, weg. Die Mittheilungen über das elastische Gewebe p. 28. sind weniger vollständig, als was darüber später p. 182. gelegentlich beigebracht ist. Die erste Hälfte dieser Abtheilung wurde im Winter $18\frac{35}{36}$, die zweite im Winter $18\frac{36}{37}$ gedruckt. Ueber die neueren Beobachtungen in Hinsicht der Wimperbewegung möge man den Jahresbericht des Archivs 1836 nachsehen.

Berlin, im Januar 1837.

Der Verfasser.

Primik, [illegible]str. 9

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Müller, Johann

Handbuch der Physiologie der Menschen für Vorlesungen

Bd.: 1.

Coblenz 1844

Anat. 304 dd-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369079-5